

# II SEMANA CIENTIFICA



Biblioteca Conmemorativa  
ORTON - IICA - CATIE

15 JUN 2004

RECIBIDO

**Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza**

**Programa de  
Investigación Científica**

**Resúmenes**

**4, 5 y 7 de Diciembre 1995**



## **II. Semana Científica del CATIE 1994-1995**

**del 04 al 08 de Diciembre de 1995**

### **Lunes 04 de Diciembre 1995**

- 7:30-8:30      **Apertura**
- 8:30-12:00    **FORO I: Mejoramiento genético de los cultivos tropicales y de árboles forestales.**
- 8:30-9:00     **Invitado: Dr. Juan Luis Izquierdo, Recursos Genéticos y biotecnología en el mejoramiento de los cultivos: Visión general de la situación en Mesoamerica”.**
- 9:00-9:25     **Caracterización sistemática de la colección de caimito (*Chrysophyllum cainito*) del CATIE**  
**A. Gazel, J. Morera y P. Ferreira**
- 9:25-9:55     **Caracterización molecular de los recursos genéticos**  
**Wilbert Phillips, Jean Vicent Escalant**
- 10:00-10:25   **Receso (Poster)**
- 10:25-10:45   **Un marcador genético morfológico para el crecimiento juvenil en *Eucalyptus deglupta*.**  
**J. Cornelius, Oldemar Baeza, J. Masis.**
- 10:45-11:15   **La biotecnología en el mejoramiento genético de los cultivos y forestales.**  
**Jean V. Escalant, Magali Dufour**
- 11:15-11:35   **Los estudios histológicos en apoyo a la investigación.**  
**Nelly Vasquez**
- 11:35-11:55   **Aplicación de técnicas moleculares e inmunoenzimáticas al estudio y diagnóstico de virus fitopatógenos.**  
**G. Galileo Rivas**
- 12:00-13:30   **Almuerzo (Poster)**

### **FORO II: Manejo integrado en sistemas agropecuarios**

#### **Agroforestería**

- 13:30-14:00   **Invitado: Dr G. Budowski, Consultor Especial de la Dirección General del CATIE, Turrialba, Costa Rica.**

- 14:00-14:20 Introducción de especies maderables en sistemas agroforestales en fincas en Talamanca, Costa Rica y Bocas del Toro, Panamá.  
Gerald Kapp; John Beer.
- 14:20-14:40 Investigación en sistemas agroforestales con cacao en Talamanca, Costa Rica y Bocas del toro, Panamá.  
Eduardo Somarribas
- 14:40-15:00 Evaluación agronómica y económica de la sostenibilidad del sistema agroforestal cultivo en callejones en Turrialba, Costa Rica.  
D. Kass
- 15:00-15.20 Receso
- 15:20-15:40 Resultados sobresalientes de la investigación del proyecto Sistemas Silvopastoriles CATIE-CIID, Guápiles, Costa Rica.  
Muhammad Ibrahim
- 15:40-16:00 Evaluación del ensilaje del follaje de árboles y arbustos forrajeros en la alimentación de rumiantes menores.  
J. Benavides
- 16:00-16:20 Evaluación de la composición química, digestibilidad *in vitro* y consumo voluntario de seis procedencias de *Gliricidia sepium*, Turrialba, Costa Rica.  
S. López, M. Kass y P. Ferreira.

#### Sistemas de cultivo

- 16:20-16:50 Invitado: Dr N. Mateo, Ex-Director del INIBAP, Montpellier, Francia.
- 16:50-17.10 Investigación Agronómica del cultivo de la Jícama (*Pachyrhizus erosus*), CATIE, Costa Rica.  
A. Mora, J.Morera y F. Cadima.
- 17:10-17.40 Absorción de la radiación y rendimiento de Caupí (*Vigna unguiculata*) y Camote (*Ipomea batatas*) en diferentes sistemas de cultivo.  
Vanda G. Souza Rodrigues, Marikis N. Alvarez, Galileo Rivas-Platero

#### Martes 05 de Diciembre 1995

#### **FORO II: Manejo integrado en sistemas agropecuarios (Continuación).**

#### Fitoprotección

- 7:00-8:00 Poster - Fitoprotección

- 8:00-8:20 Avances en el control biológico de patógenos en banano, maíz, plátano, café y tomate.  
E. Bustamante
- 8:20-8:40 Avances en el manejo de malezas gramíneas en cultivos de granos básicos:
- 8:20-8:30 1. Manejo de *Echinochloa colona* resistente a propanil en arroz  
B.E. Valverde, E. Garita, E. Vargas, L. Chaves y L.A. Chacon
- 8:30-8:40 2. Manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en maíz.  
A. Merayo, B.E. Valverde, C.E. Rojas y T. Alvarez
- 8:40-9:00 Logros en el manejo integrado del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en tomate mediante prácticas agrícolas.  
L. Hilje
- 9:00-9:20 Avances en el control microbiano de *Phyllophaga* spp (Coleoptera: Scarabaeidae) y *Bemisia tabaci* (Homoptera: Alupeufodidae).  
P. Shannon, F. Herrera y L. Flores.
- 9:20-9:40 Implementación de MIP en el sistema café, con la participación de pequeños productores, técnicos extensionistas y especialistas.  
D. Monteroso, C. Staver, Falguny Guharay.
- 9:40-10:00 Receso (Poster)

### **FORO III: Manejo de Bosques y Silvicultura**

- 10:00-10:30 Invitado: F. Wadsworth, Especialista del International Institute of Tropical Forestry, Puerto Rico, Estados Unidos.

#### Silvicultura

- 10:30-10:50 Producción y costos de recolección y procesamiento de semillas de diez especies forestales tropicales.  
L.F. Jara y J. Samaniego
- 10:50-11:10 Viabilidad de semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* en laboratorio y su relación con comportamiento en campo.  
D. Cordero, E. Trujillo y L.F. Jara.
- 11:10-11:30 Clasificación y selección de sitios para reforestar en la región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica.  
W. Vásquez

- 11:30-11:45 **Resultados de ensayos de procedencias y familias de *Eucalyptus camaldulensis* en América Central.**  
J. Fryer y L. Ugalde. A.
- 11:45- 12:00 **Resultados preliminares de producción de semillas de *Araucaria hunsteinii* en Costa Rica.**  
R. Salazar.
- 12:00-13:30 **Almuerzo**
- 13:30-13:45 **Investigación silvicultural en América Central más allá del 2000**  
Philip Cannon
- 13:45- 14:00 **Manejo silvicultural de plantaciones forestales bajo le "estres".**  
Glen Galloway, L. Ugalde y W. Vásquez
- 14:00-14:20 **Mejoramiento genético para resistencia al ataque de *Hypsipyla grandella* en *Cedrela odorata*: principales resultados, 1990-1995.**  
J. Cornelius, Marvin Hernandez, Adrian Newton, Allan Watt.

#### **Manejo de bosques**

- 14:20-14:40 **Producción y conservación en bosques tropicales: efectos del manejo para producción de madera sobre el crecimiento arbóreo y la biodiversidad.**  
B. Finegan, A.M. Camacho, L.D. Delgado, P. Meir, D. Quiros, N. Zamora
- 14:40-15:00 **Dinámica de los bosques secundarios neotropicales: resultados de un estudio de ocho años e implicaciones para el manejo multiuso.**  
B. Finegan y L. Guillén
- 15:00-15:20 **Receso (Poster)**
- 15:20-15:40 **Tratamientos silvícolas para el aumento de la productividad comercial en bosques naturales: respuesta del bosque Pilar Cajón siete años después de la intervención.**  
F. Wadsworth y I. Hutchinson
- 15:40-16:00 **Desarrollo de la metodología de censo con fines de manejo del bayal, el ratán americano.**  
P. Pineda, D. Marmillod, P. Ferreira y R.A. Ocampo.
- 16:00-16:20 **Metodología de caracterización de sistemas de producción en manglares del Pacífico de Nicaragua.**  
M. Gallo, C. Paniagua, F.M. Cáceres y T. Ammour.
- 16:20-16:40 **Manejo forestal comunitario en el Petén**  
G. Dtlefsen, H. Monroy, J. Oduber, T. Ammour y S. Standley.

- 17:00-17:20 Manejo Forestal en manglares de la costa Pacífica de Nicaragua.  
R. Ramirez, N. Sepulveda, D. Marmillod, F.M. Cáceres y J. Kent.
- 17:20-17:40 Experiencias del CATIE en el desarrollo de prácticas de aprovechamiento forestal de bajo impacto.  
D. Quiros, J.J. Campos, F. Carrera, F. Castañeda y R. Aus der Beek.

### **Jueves 07 de Diciembre 1995**

#### **FORO IV: Manejo de Cuencas**

- 7:00-8:00 Poster
- 8:00-8:30 Invitado: -Dr. Luis Castro Morales, Viceministro Ministerio del ambiente y los Recursos Naturales Renovables; Venezuela. 'El agua como recurso estrategico del siglo XXI'
- 8:30-8:50 Cuatro años de rehabilitación de los suelos volcánicos degradados utilizando abonos orgánicos en la cuenca del río Las Cañas, El Salvador.  
J. Collinet
- 8:50-9:10 Indicadores de sostenibilidad en relación con el manejo de recurso suelo bajo sistemas de cultivos agrícolas en la cuenca del río Reventado, Cartago, Costa Rica.  
C. Paz y J. Faustino
- 9:10-9:30 Evaluación de la calidad de agua en la cuenca del río Reventado, Cartago, Costa Rica, bajo el enfoque de indicadores de la sostenibilidad.  
J. Villegas, S. Velásquez, G. Leclerc y J. Faustino.
- 9:30-9:50 Receso (Poster)
- 9:50-10:10 Modelación de la operación hidroeléctrica del Embalse Arenal, usando el modelo HEC-5.  
J. Goitia y H. Solís.
- 10:10-10:30 Influencia del agua líquida en la liberación de ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* en una plantación de plátano.  
F. Jiménez
- 10:30-10:50 Análisis de inundaciones en la cuenca del río Caldera, Panamá, usando el modelo hidrológ HEC-1 y el modelo hidáulico HEC-2.  
H. Solís, J. Cuevas.

- 10:50-11:10 Evaluación del método de extensión "Campesino a Campesino" en el manejo integrado de los recursos naturales: Caso de las microcuencas Nueve Pozas y Colopeca, San Marcos de Ocotepeque, Honduras.  
B. Ramakrishna
- 11:10-11:30 Metodología para la determinación de áreas críticas en el área de conservación de la Cordillera Volcánica Central, Costa Rica.  
G. Leclerc y J. Rodríguez.
- 11:30-11:50 El Inventario Regional y su Aplicación para el Análisis de Uso Sostenible de la Tierra.  
Jetse Stoorvogel
- 12:00-13:30 Almuerzo

#### **FORO V: Socio-economía ambiental**

- 13:30-13:50 Análisis económico de políticas fitosanitarias en Centro América, con énfasis en el caso de Costa Rica.  
O. Ramirez.
- 13:50-14:10 Evaluación socioeconómica de huertos caseros en Costa Rica, Nicaragua y Honduras.  
Rossana Lok
- 14:10-14:30 Evaluación financiera de dos aprovechamientos forestales de la concesión comunitaria de San Miguel, el Petén.  
J. Kent, R. Reyes, H. Monroy y T. Ammour
- 14:30-14:50 Economía de la producción de madera en bosques tropicales: le caso de FUNDECOR, Costa Rica.  
F. Solano, J. Aguirre, J.J. Campos.
- 14:50-15:10 Análisis financiero y de adopción de prácticas de conservación de suelos, río Las Cañas, El Salvador.  
D. Melgar y S. Shultz
- 15:10-15:30 Receso (Poster)

#### **DISCUSION GENERAL**

- 15:30-15:50 Las necesidades de reorientación de la investigación con miras al siglo XXI  
R. Guevara

#### **FORO de DISCUSION**

## Indice

### I. Sección: Ponencias

#### Foro I: Mejoramiento genético de los cultivos tropicales y de árboles forestales.

CARACTERIZACION SISTEMATICA DE LA COLECCION DE CAIMITO ( <i>Chrysophyllum cainito</i> L.) "El Caimito" DEL CATIE Aderaldo Gazel, Jorge Morera, Pedro Ferreira	1
CARACTERIZACION MOLECULAR DE LOS RECURSOS FITOGENETICOS Wilbert Phillips, Jean Vincent Escalant	4
A MORPHOLOGICAL GENETIC MARKER FOR EARLY GROWTH IN <i>Eucalyptus deglupta</i> BLUME Jonathan <u>Cornelius</u> , Oldemar Baeza, José Masis	7
LA BIOTECNOLOGIA EN EL MEJORAMIENTO GENTICO DE LOS CULTIVOS Y FORESTALES Jean Vincent Escalant, Magali Dufour	10
LOS ESTUDIOS HISTOLÓGICOS EN APOYO A LA INVESTIGACIÓN N. Vásquez M.	16
APLICACION DE TECNICAS MOLECULARES E INMUNOENZIMATICAS EN EL ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE VIRUS FITOPATOGENOS Gonzalo Galileo Rivas-Platero	19

#### Foro II. Manejo integrado en sistemas agropecuarios

INTRODUCTION OF TIMBER TREES IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN TALAMANCA, COSTA RICA AND BOCAS DEL TORO, PANAMÁ Dr. Gerald B. Kapp, Dr. John Beer	22
MADERABLES Y LEGUMINOSAS COMO SOMBRA PARA CACAO EN TALAMANCA, COSTA RICA Y BOCAS DEL TORO, PANAMA Eduardo Somarriba	24
EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CALLEJONES Donald L. Kass, J.A. Aguirre, D. Current, J.C. Dominique, J. Jimenez, N. Arriaza, J. Quintanilla, C.F. Tavares da Costa	26

RESULTS OF SILVOPASTORAL SYSTEMS PROJECT IN THE HUMID TROPICS OF COSTA RICA M. Ibrahim	30
EFECTO DEL PREMARCHITADO Y LA ADICION DE MELAZA SOBRE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE DIFERENTES FOLLAJES DE ARBOLES Y ARBUSTOS TROPICALES Miguel Vallejo, <u>Jorge Benavides</u> , María Kass, Carlos Jiménez, Arnoldo Ruiz	31
EVALUACION DE COMPUESTOS SECUNDARIOS Y CONSUMO VOLUNTARIO DE CINCO PROCEDENCIAS DE <i>Gliricidia sepium</i> EN EL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA Silvia <u>López</u> , María Kass, Pedro Ferreira y Johnny Pérez	35
INVESTIGACIÓN AGRONOMICA DEL CULTIVO DE JICAMA ( <i>Pachyrhizus erosus</i> ) EN CATIE, COSTA RICA A. Mora, J. Morera, F. Cadima	38
ABSORCION DE LA RADIACION Y RENDIMIENTO DE CAUPI ( <i>Vigna unguiculata</i> ) Y CAMOTE ( <i>Ipomoea batatas</i> ) EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO Vanda G. Souza Rodrigues, Marikis N. Alvarez, Galileo Rivas-Platero	41
AVANCES EN EL CONTROL BIOLOGICO DE PATOGENOS EN BANANO, MAIZ, PLATANO Y TOMATE E. Bustamante, R. González, V. Sánchez, L. Rodríguez, S. Danielsen, J. Miranda, C. Ruiz, H. González, P. Shannon, J. Saunders, A. Gamboa, M. Cervantes, W. Bermúdez.	44
AVANCES EN EL MANEJO DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN CULTIVOS DE GRANOS BÁSICOS.	
1. Manejo de <i>Echinochloa colona</i> resistente a propanil en arroz B. E. Valverde, I. Garita, E. Vargas, L. Chaves y L. A. Chacón.	46
2. Manejo de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en maíz A. Merayo, B. E. Valverde, C. E. Rojas, G. Calvo, E. Umaña y T. Alvarez	48
LOGROS EN EL MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO <i>Bemisia tabaci</i> -GEMINIVIRUS EN TOMATE, MEDIANTE PRACTICAS AGRICOLAS <u>Luko Hilje</u> , Douglas Cubillo.	50
ACHIEVEMENTS FOR MANAGING THE <i>Bemisia tabaci</i> -GEMINIVIRUSES COMPLEX IN TOMATOES, THROUGH CULTURAL PRACTICES <u>Luko Hilje</u> , Douglas Cubillo	53

AVANCES EN EL CONTROL MICROBIANO DE INSECTOS EN COSTA RICA Y NICARAGUA 55  
Philip J. Shannon, Mario Bustamante, François Herrera, Ligia Lacayo, Rodolfo Morales, Mirna Barrios, Lorena Flores, Falguni Guharay, Eduardo Hidalgo, Cora M. Jiménez, V. Sandino

IMPLEMENTACION DE MIP EN EL SISTEMA CAFE CON LA PARTICIPACION DE PEQUEÑOS PRODUCTORES, TECNICOS Y ESPECIALISTAS 57  
Charles Staver, David Monterroso, Falguni Guharay, Maryubka Calderón, Julio Monterrey, Diego Gómez, Amilcar Aguilar, Ramón Mendoza, Cora M. Jimenez.

### Foro III. Manejo de bosques y silvicultura

PRODUCCION DE SEMILLAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES TROPICALES 59  
Luis Fernando Jara N.

COSTOS DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS DE *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* EN COSTA RICA 62  
Juan Samaniego, Luis F. Jara, Enrique Trujillo

VIABILIDAD DE SEMILLAS DE *BOMBACOPSIS QUINATA* Y *TABEBUIA ROSEA* EN LABORATORIO Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO EN VIVERO 65  
Doris Cordero Camacho, Enrique Trujillo Navarrete, Luis F. Jara.

CLASIFICACION Y SELECCION DE SITIOS PARA REFORESTAR EN LA REGION CHOROTEGA, GUANACASTE, COSTA RICA 69  
William Vásquez C., Francisco Ramírez, José Miguel Valverde, Danilo Méndez, Carlos Navarro.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE *Eucalytus camaldulensis* EN AMÉRICA CENTRAL 76  
John Fryer y Luis Ugalde A.

RESULTADOS PRELIMINARES DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *Araucaria hunsteinii* EN COSTA RICA 84  
R. Salazar

LA CIENCIA FORESTAL PARA EL CATIE HASTA EL AÑO 2000 88  
Philip G. Cannon

MANAGEMENT OF TROPICAL PLANTATIONS UNDER STRESS 91  
Dr. Glenn Galloway, Dr. Luis Ugalde, M.Sc. William Vásquez

RESISTANCE TO THE MAHOGANY SHOOT BORER: RESULTS OF RESEARCH AT CATIE, 1990-1995 92  
Jonathan Cornelius, Marvin Hernández, Adrian Newton, Allan Watt

<p>PRODUCCION Y CONSERVACION EN BOSQUES HUMEDOS DE COSTA RICA: LOS EFECTOS DEL APROVECHAMIENTO DE MADERA Y EL TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS ARBOLES Y LA BIODIVERSIDAD VEGETAL</p> <p><u>Bryan Finegan</u>, Marlen Camacho, Luis Diego Delgado, Patrick Meir, David Quirós, Almeida Siteo, Nelson Zamora</p>	95
<p>LA DINAMICA DE LOS BOSQUES HUMEDOS NEOTROPICALES SECUNDARIOS: RESULTADOS DE UN ESTUDIO DE 8 AÑOS, Y SUS IMPLICACIONES PARA EL MANEJO FORESTAL</p> <p><u>Bryan Finegan</u>, Lucrecia Guillén</p>	97
<p>LA LIBERACION, UNA PRACTICA FORESTAL PROMETEDORA</p> <p>Ian D. Hutchinson y Frank H. Wadsworth</p>	100
<p>ELEMENTOS DE MUESTREO PARA EL DISEÑO DE UN INVENTARIO DEL BAYAL (<i>Desmoncus</i> spp.) EN EL BOSQUE PETENERO</p> <p><u>Pedro Pineda</u>, Daniel Marmillod, Pedro Ferreira, Rafael Angel Ocampo</p>	103
<p>METODOLOGIA DE CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN MANGLARES</p> <p><u>Mayra Gallo</u>, Tania Ammour, Claudia Paniagua, Mirtha Gutierrez, Flor de Maria Cáceres</p>	108
<p>LECCIONES DE UN APROVECHAMIENTO EXPERIMENTAL MEJORADO EN MANGLARES DE LA COMUNIDAD DE LAS PEÑITAS, LEON, NICARAGUA</p> <p>Flor de Maria Cáceres, Daniel Marmillod, Rodolfo Ramírez</p>	112
<p>EXPERIENCIAS DEL CATIE EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE BAJO IMPACTO</p> <p><u>David Quirós</u>, José Joaquín Campos, Fernando Carrera, Froylán Castañeda, Robin aus der Beck</p>	116

#### Foro IV. Manejo de cuencas

<p>REHABILITACIÓN DE LOS SUELOS VOLCÁNICOS DEGRADADOS UTILIZANDO ABONOS ORGÁNICOS CUENCA DEL RÍO LAS CAÑAS - EL SALVADOR</p> <p>Jean COLLINET, Manuel MAZARIEGO</p>	120
<p>INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN RELACION CON EL MANEJO DEL RECURSO SUELO BAJO SISTEMAS DE CULTIVOS EN LA CUENCA DEL RIO REVENTADO, CARTAGO, COSTA RICA</p> <p>Carlos Paz y Jorge Faustino</p>	126

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO REVENTADO, CARTAGO, COSTA RICA BAJO EL ENFOQUE DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	128
Javier G. Villegas Osorio. Jorge Faustino. Gregoire Leclerc. Sabine Muller. <u>Sergio Velásquez M.</u>	
MODELACION DE LA OPERACION DE UN SISTEMA HIDROELECTRICO CASO DEL EMBALSE ARENAL, COSTA RICA	132
Jorge Goitia y Hernán <u>Solis</u>	
EFFECTO DEL AGUA LIQUIDA EN LA LIBERACION DE ASCOSPORAS DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> EN UNA PLANTACION DE PLATANO	135
Francisco Jiménez.	
MODELACION HIDROLOGICA E HIDRAULICA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES. CASO DE LA CUENCA DEL RIO CALDERA, PANAMA	137
Hernán <u>Solis</u> y Johnny Cuevas	
EVALUACIÓN DEL METODO DE EXTENSIÓN "CAMPEÑO A CAMPEÑO" : CASO DE LAS MICROCUENCAS NUEVA POZAS Y COLOPECA, SAN MARCOS DE OCOTOPEQUE, HONDURAS	140
B <u>Ramakrishna</u> , E. Herrera	
USING A GIS TO DETERMINE CRITICAL AREAS IN THE CENTRAL CORDILLERA CONSERVATION AREA, COSTA RICA	144
Grégoire Leclerc. <u>Johnny Rodriguez Ch.</u>	
EL INVENTARIO REGIONAL Y SU USO PARA EL ANALISIS DEL USO SOSTENIBLE DE LA TIERRA	150
Dr Jetse J. <u>Stoorvogel</u> , Dr Hans G.P. Jansen, Ir Donatus M. Jansen	

## Foro V. Socio-economía ambiental

KEY CONSIDERATIONS TO FORMULATE PLANT PROTECTION POLICIES IN CENTRAL AMERICA	152
Octavio A. Ramírez.	
CONSIDERACIONES DE MAYOR IMPORTANCIA PARA LA FORMULACION DE POLITICAS FITOSANITARIAS EN AMERICA CENTRAL	155
Octavio A. Ramírez.	
EFFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE SOMBRA DE <i>ERYTHRINA POEPPIGIANA</i> SOBRE <i>COFFEA ARABICA</i> VARS. CATURRA Y CATIMOR	158
Reinhold G. Muschler	

EVALUACION FINANCIERA DE DOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES DE LA CONCESION COMUNITARIA DE SAN MIGUEL, PETEN, GUATEMALA	161
Tania Ammour, <u>Justine Kent</u> , Reginaldo Reyes, Héctor Monroy	
DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD FINANCIERA Y COMPARATIVA DEL MANEJO DEL BOSQUE NATURAL CON RESPECTO A LA ACTIVIDAD GANADERA. CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL, COSTA RICA	164
Francisco Solano L., Juan Antonio Aguirre, José Joaquin Campos, Steve Gretzinger	
AN ADOPTION SURVEY VERSUS A FINANCIAL ANALYSIS TO EVALUATE A SOIL CONSERVATION PROJECT IN THE RIO LAS CAÑAS WATERSHED, EI SALVADOR	168
Steven D. Shultz and Douglas A. Melgar	
UN ESTUDIO DE ADOPCION VERSUS UN ANALISIS FINANCIERO PARA EVALUAR UN PROYECTO DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO LAS CAÑAS, EL SALVADOR	171
Steven D. Shultz y Douglas A. Melgar	

## *II. Sección: Poster*

### Foro I: Mejoramiento genético de los cultivos tropicales y de árboles forestales.

ESTUDIO DE LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION ESTOMATICA EN MUSACEAS DE DIFERENTE PLOIDIA	1
Francisco Jiménez, Nelly Vasquez	
NATURE OF COFFEE RESISTANCE TO TWO COSTA - RICAN <i>Meloidogyne s p</i> POPULATIONS	4
Bertrand B., Vásquez N., Decazy B.	

### Foro II. Manejo integrado en sistemas agropecuarios

CLASIFICACION DE LA DIVERSIDAD GENETICA DE CHILE ( <i>Capsicum spp.</i> ) EN LA COLECCION DEL CATIE	8
P.Ferreira, J.Morera, J.Pérez.	
SISTEMA EXPERTO SOBRE PRACTICAS CULTURALES EN EL CULTIVO DE MAÍZ ( <i>Zea mays L.</i> )	11
Arze, B. J.; Pérez, R. N.	
ESPECIES NUEVAS DE ACAROS ASOCIADOS A TRES ESPECIES FORESTALES	15
Carlos Vargas, Helga Blanco-Metzler, Julio Bustamante	

INTERACTION BETWEEN A COVER CROP (*MUCUNA SP.*), A WEED (*ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS*) AND A CROP (MAIZE) 18  
Bernal E. Valverde, Arnoldo Merayo, Carlos E. Rojas and Tom Alvarez

OCCURRENCE OF PROPANIL RESISTANCE IN *ECHINOCHLOA COLONA* IN CENTRAL AMERICA 22  
Israel Garita, Bernal E. Valverde, Erick Vargas, Luis A. Chacón, Ramiro De La Cruz, Charles R. Riches, John C. Caseley

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE FUMONISINAS EN MUESTRAS DE MAIZ DE COSTA RICA 27  
Solveig Danielsen

EXPERIMENTOS DE CAMPO CON *PASTEURIA PENETRANS* Y *VERTICILLIUM CHLAMYDOSPORIUM* COMO AGENTES POTENCIALES EN CONTROL BIOLÓGICO DE NEMATODOS 30  
C. L. Smith, S. R. Gowen y J. M. Bourne

EVALUACION DE DIFERENTES FORMULACIONES DE *BEAUVERIA BASSIANA* PARA EL CONTROL DE *SITOPHILUS ZEAMAI*S EN MAIZ ALMACENADO 32  
E. Hidalgo

### Foro III. Manejo de bosques y silvicultura

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DEL SUELO SOBRE LA REGENERACION NATURAL EN UN BOSQUE SECUNDARIO 34  
J.N. Granados, I. Hutchinson, P. Ferreira, B. Finegan, P. Martín

DIVERSIDAD GENÉTICA EN ECOSISTEMAS DE BOSQUES HÚMEDOS TRÓPICALES FRAGMENTADOS Y MANEJADOS: PRINCIPIOS BÁSICOS Y OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN EN CATIE 36  
Bryan Finegan y José Joaquín Campos A.

DISTRIBUCION DE *Quassia amara*, UN ARBUSTO INSECTICIDA NATURAL, EN COSTA RICA 39  
Roger Villalobos, Rafael Ocampo, Daniel Marmillod

IMPACTO DE UN APROVECHAMIENTO MADERERO SOBRE RECURSOS NO MADERABLES EN EL BOSQUE PETENERO: CASO DEL BAYAL (*Desmoncus spp*) 41  
Juventino Gálvez, Daniel Marmillod

SITUACION DE LA PRODUCCION DE ARTESANIAS EN TRES COMUNIDADES INDIGENAS DE BAJA TALAMANCA 45  
Francisco Ling y Lorena Flores

<b>RESULTADOS DE UNA ENCUESTA SOBRE LAS NECESIDADES DE CAPACITACIÓN EN FORESTERÍA COMUNITARIA EN CENTRO AMÉRICA</b>	47
<i>Francisco Paulo Chaimsohn, Jan Karremans, Johnny Pérez</i>	
<b>ASERRIO CON MOTOSIERRA DE MARCO Y EXTRACCION CON BUEYES UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO EN EL MANEJO FORESTALCOMUNITARIO</b>	51
<i>Armando Castañeda, Fernando Carrera, Juan Flores</i>	
<b>TRATAMIENTOS SILVICULTURALES POST-COSECHA MEJORADA EN BOSQUES HUMEDOS TROPICALES EN LA REGION HUETAR NORTE DE COSTA RICA</b>	54
<i>David Quirós Molina, Johnny Méndez Gamboa</i>	
<b>EVALUACION DEL EFECTO DEL SITIO EN LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUE TROPICAL EN LA TERCERA FASE DE LA SUCESION SECUNDARIA EN COSTA RICA</b>	57
<i>Bernal Herrera F, José J. Campos A.</i>	
<b>AVANCE DEL PROCESO DE SIMPLIFICACION DE PLANES DE MANEJO PARA BOSQUES NATURALES LATIFOLIADOS EN CENTROAMERICA</b>	60
<i>J. Flores C.</i>	
 <b>Foro IV. Manejo de cuencas</b>	
<b>LOS DESLIZAMIENTOS GENERADOS POR EL TERREMOTO DE LIMON, 1991</b>	63
<i>Ingrid Vargas, Glenn Hyman, Alvaro Burgos, Sergio Velasquez</i>	
<b>LA SIMULACION AUTOMATIZADA DE LLUVIAS APLICACION EN ESTUDIOS DE CONSERVACION DE SUELOS EXPERIENCIAS EN SUELOS DERIVADOS DE MATERIALES VOLCANICOS</b>	66
<i>Jean Collinet, Alex Tineo Bermúdez</i>	
 <b>Foro V. Socio-economía ambiental</b>	
<b>EVALUACION ECONOMICO-ECOLOGICA DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA MONTANA, CATIE, COSTA RICA</b>	69
<i>Fernanda C. Tavares, Juan A. Aguirre, Pedro Ferreira, Donald L. Kass</i>	
<b>ESTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO EN UN EXPERIMENTO AGROFORESTAL DE ROTACION MAIZ-FRIJOL</b>	72
<i>P. Ferreira, F. Tavares, J. Aguirre Y D. Kass</i>	

**TAMAÑO DE MUESTRA PARA ESTIMAR DENSIDADES DE  
ESPECIES EN UN MANGLAR: CASO DE PEÑITAS-SALINAS  
GRANDES, LEÓN, NICARAGUA**

**Ayerdis R.; Nava, B.; Sigcha S.; Otárola E.; Ferreira P.; Pérez J.**

**75**

## **Agradecimiento**

El Comité organizador de la Segunda Semana Científica agradece profundamente a todas aquellas personas que desde el inicio trabajaron de manera ardua para colaborar con el éxito de esta actividad . Asimismo, se agradece el apoyo recibido por parte de la Dirección General además del apoyo económico suministrado por USDA a través del Dr. Wethen Reed, Miembro de la Junta directiva.

Finalmente, se agradece a todo el personal y estudiantes, así como a los participantes de los países miembros por responder positivamente y dar a conocer los principales resultados de su investigación.

**Comité Organizador**  
**Dr. Jean Vincent Escalant**  
**Dra. Tannia Ammour**  
**M.Sc. Nelly Vásquez**  
**Bach. Theresa White**

## **Prefacio**

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es una institución internacional con más de 20 años de servir a los países miembros por medio de la investigación y la educación superior a través de los diferentes programas.

El CATIE, con sede en Turrialba, Costa Rica, cuenta con el apoyo económico de más de 40 países y organismos internacionales. Los trabajos de investigación son realizados tanto en la sede como en los países miembros, con la participación de más de 200 profesionales y estudiantes de maestría en los distintos campos de interés. Las investigaciones van orientadas a la búsqueda de soluciones a los principales problemas que obstaculizan el desarrollo de los sectores agrícolas, forestal y el manejo de los recursos naturales.

No obstante, con el fin de dar a conocer los resultados de las investigaciones se han intensificado los mecanismos de disseminación.

Es por ello, que debido al éxito de la Primera Semana Científica, efectuada en 1993, se realiza esta segunda Semana Científica, como un foro institucional que tiene como objetivo reunir a los profesionales y estudiantes para dar a conocer los resultados de sus trabajos y orientar el desarrollo de nuevas investigaciones con ayuda de evaluadores externos.

Estas memorias presentan los resúmenes de diversas investigaciones. El contenido es responsabilidad exclusiva de cada uno de los autores.

Si necesita más información sobre alguno en particular, puede comunicarse con los autores correspondientes en el CATIE.

## CARACTERIZACION SISTEMATICA DE LA COLECCION DE CAIMITO (*Chrysophyllum cainito* L.) DEL CATIE

Aderaldo Gazel  
Jorge Morera  
Pedro Ferreira

**Summary:** Qualitative and quantitative characteristics of 49 introduction plants of the CATIE's *C. cainito* collection were evaluated. The data was analyzed using a cluster analysis which resulted in the formation of four groups containing 12, 13, 15 and 9 introductions. Several variables related to the size of the fruit and trunk diameter were the most important ones to distinguish among groups. This conclusion was obtained using a canonical discriminant analysis and  $\chi^2$  and F tests. The origin of materials was also found to be related to the classification.

**Resumen** - Se evaluaron 49 accesiones de la colección de *C. cainito* del CATIE con base en características cuantitativas y cualitativas. Los datos fueron analizados utilizando un análisis de conglomerados, en el cual resultó en la formación de cuatro grupos con 12, 13, 15 y 9 accesiones respectivamente. Diversas variables relacionadas con el tamaño del fruto y el diámetro del tronco resultaron ser las más importantes para distinguir grupos. Esta conclusión fue lograda a través de un análisis discriminante canónico y de la aplicación de pruebas de F y  $\chi^2$ . También se observó que el origen de los materiales está relacionado con la clasificación obtenida.

### Introducción

El caimito (*C. cainito*) es una especie originaria probablemente en las Antillas Mayores (4), cuyas plantas en cultivo se originaron de una población reducida que se multiplicó y distribuyó por las Antillas y América del Sur en la época precolombina (2). Este árbol tiene características muy especiales entre los árboles tropicales por el brillo y color de su follaje (2); además de gran valor como frutal y ornamental (1). El caimito es una especie poco estudiada en cuanto a sus recursos genéticos, de ahí que se buscó caracterizar la colección del CATIE, utilizando características cuantitativas y cualitativas.

### Materiales y métodos

Las plantas de la colección de caimito fueron introducidas al banco de germoplasma del CATIE entre 1977 y 1980, procedentes de semilla y recolectadas en Costa Rica, Guatemala y México. La colección está sembrada a una distancia de 8 m x 6,5 m. Para la caracterización de la colección se usó una lista de descriptores adaptada (3). Como caracteres cuantitativos se incluyeron: peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, diámetro de la cáscara, peso de la cáscara, rendimiento del fruto, número de semillas por fruto, longitud de la semilla, diámetro de la semilla, peso de la semilla, longitud de la hoja, anchura de la hoja, altura del árbol, diámetro del árbol y diámetro de la copa; como variables cualitativas se incluyó: forma del fruto, sabor, aroma, textura y consistencia de la pulpa, color externo y interno del fruto, color de la semilla, hábito de crecimiento, disposición de las ramas, forma de la hoja, distribución de la cosecha, color superior e inferior de la hoja y producción.

En este estudio se utilizaron los análisis de conglomerados y discriminante canónico, además de pruebas de  $\chi^2$  para variables cualitativas y F para variables cuantitativas, todos del paquete estadístico SAS (5). Para el agrupamiento de los individuos se usó el método de Ward.

## Resultados

El análisis de conglomerados resaltó la formación de 4 grupos para los 49 árboles evaluados. Los grupos quedaron ordenados en el orden siguiente: el primero con 12 individuos; el segundo con 13 individuos; el tercero con 15 individuos; y el cuarto con 9 individuos.

Debido a que los individuos estudiados correspondían a orígenes diferentes, 33 de Costa Rica, 14 de Guatemala y 2 de México, se efectuó una prueba de  $\chi^2$  para conocer la influencia del origen en la formación de los grupos. El resultado de esta prueba ( $\chi^2 = 21,3, 6 \text{ gl}$ ) fue altamente significativo, demostrando que el origen del material tiene influencia en la formación de los conglomerados. El grupo 1 quedó formado por 12 individuos todos de Costa Rica; en el grupo 2 hubo una predominancia de introducciones oriundas de Guatemala; en el grupo 3 los genotipos recolectados en Costa Rica predominaron sobre los de Guatemala en la proporción de 2 para 1 y en grupo 4, de las 9 accesiones, 8 fueron recolectadas en Costa Rica y la otra en Guatemala.

Para analizar cuales variables tienen mayor influencia sobre la clasificación se realizó un análisis discriminante canónico. Este indicó 5 variables influenciando fuertemente sobre la Variable Canónica 1: peso del fruto (0,72), longitud del fruto (0,75), diámetro del fruto (0,70), peso de la cáscara (0,80) y anchura de la hoja (0,71). Esta variable CAN 1 puede resumirse como 'tamaño del fruto'. Para la variable CAN 2 se encontró mayor influencia de la variable diámetro del tronco (0,74) y menor influencia positiva del tamaño de las semillas y frutos (Figura 1).

Se encontró que de los 16 caracteres cualitativos estudiados solamente 4 de ellos fueron significativos en relación a la formación de los grupos: textura de la pulpa, consistencia de la pulpa, jugosidad y producción. Para 15 caracteres cuantitativos, 12 fueron significativos: peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, diámetro de la cáscara, peso de la cáscara, longitud de la semilla, diámetro de la semilla, peso de la semilla, longitud de la hoja, anchura de la hoja, diámetro del árbol y diámetro de la copa.

## Conclusión

De acuerdo a las variables estudiadas, la colección de caimito del CATIE puede agruparse en cuatro conglomerados. Uno de ellos, formado totalmente por materiales de Costa Rica se caracteriza por el gran tamaño de los frutos y anchura de la hoja. Otro de ellos, en el que predominan materiales de Costa Rica, se distingue por tener árboles con troncos de gran diámetro. En los otros dos grupos con orígenes mezclados, uno se caracteriza por tener los valores más bajos del tamaño del fruto y el otro grupo tiene valores intermedios para esta característica; los dos grupos presentan bajos valores para diámetro del tronco.

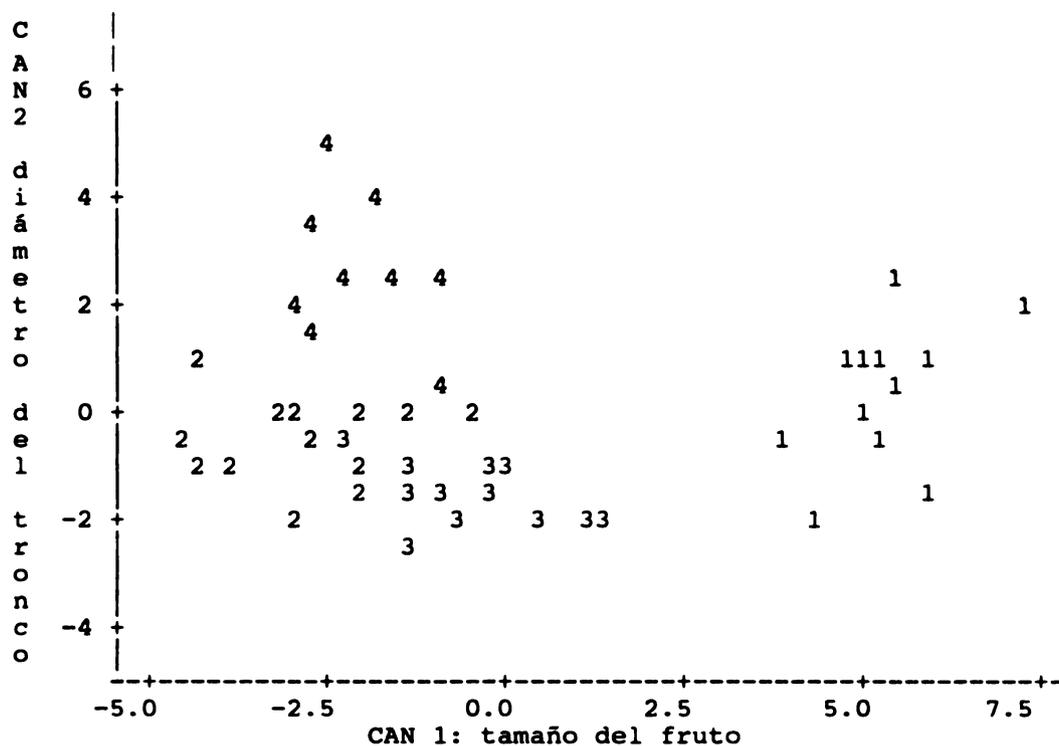


Figura 1. Formación de conglomerados de la colección de caimito del CATIE de acuerdo con las variables canónicas.

### Literatura Citada

- 1 - CALZADA BENZA, J. 1980. 143 Frutales nativos. Lima , Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 319 p.
- 2 - LEON, J. 1987. Apocináceas, sapotáceas y ebenáceas. In: \_\_\_\_ Botánica de los cultivos tropicales. San José. C. R. IICA. p. 206-217.
- 3 - MORERA, J. 1987. Lista mínima de características a usar en evaluación de frutales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 3 p. (mimeografiado).
- 4 - PENNINGTON, T. D. 1990. Sapotaceae. Flora Neotropica, Monograph 52. New York. New York Botanical Garden. 673 p.
- 5 - SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

## CARACTERIZACION MOLECULAR DE LOS RECURSOS FITOGENETICOS

Wilbert Phillips. Jean Vincent Escalant

**Summary:** Efficient utilization of genetic resources of crop plants depends on their adequate characterization. Traditionally, this characterization has been made using phenotypic traits, which have helped to differentiate various genotypes, but not always in an accurate way because they are affected by environmental effects. DNA markers that are not subjected to these influences, provide an opportunity to examine and describe more precisely the genotypes and their relationships at a genetic level. RAPD analysis has been applied in CATIE for the characterization of coffee, cocoa, pepper, tomato, and mahogany germplasm. This information may be useful to improve organization and utilization of germplasm collections and to design future collection strategies. In cacao, genetic characterizations have been mainly used to verify cultivar, to build linkage maps, and to determine Quantitative Trait Loci (QTL) for different traits.

La utilización eficiente de los recursos fitogenéticos depende de su adecuada caracterización. Tradicionalmente, estas caracterizaciones se han realizado utilizando largas listas de descriptores fenotípicos, principalmente de tipo morfológico o agronómico. Esto ha permitido diferenciar algunos materiales, pero a veces en forma imprecisa, debido a la interacción de estas variables con las condiciones ambientales, que ha hecho inclusive cuestionar su utilidad (Brown 1979, Glotieb 1977).

Los marcadores moleculares no están sujetos al ambiente, pues evalúan los materiales a nivel genético, permitiendo examinar y describir más precisamente los genotipos y las relaciones existentes entre ellos (Powell 1992). Existen dos tipos de metodologías relacionadas con los marcadores moleculares: aquellas que utilizan proteínas, en especial análisis de proteínas de la semilla y de las isoenzimas, y aquellos que utilizan ADN, como son el análisis RFLP y los procedimientos basados en la metodología PCR ("Polymerase Chain Reaction"), a saber, análisis RAPD, microsatélites, etc. (Phillips *et al.* 1995).

Las isoenzimas fueron los primeros marcadores moleculares usados en genética de plantas. Desde su descubrimiento en 1957, han jugado un papel importante en muchas áreas de la biología. A pesar de sus grandes aportes, su utilización ha estado limitada por el escaso número de colorantes enzimáticos disponibles y por la imposibilidad de contar con suficientes marcadores para cubrir todo un genoma, pues de hecho sólo representan una estrecha fracción del genoma total de la planta (Tanksley 1993).

Los marcadores de ADN permiten evaluar potencialmente todo el genoma. Las evaluaciones pueden realizarse desde que la planta está en sus primeros estados de desarrollo, usando toda o parte de la misma. Además de ser muy útiles para la caracterización e identificación de los genotipos, pueden ser usados para la cuantificación de la diversidad genética, para la eliminación de duplicados en las colecciones, para el diseño de estrategias de colecta de germoplasma, para la selección precoz de individuos y para estudios taxonómicos, filogenéticos y biológicos (Haines 1994).

El análisis RFLP ("Restriction Fragment Length Polymorphic DNA") es una técnica usada en los programas de investigación desde los años 70. Aunque muy útil y ampliamente usado para la caracterización de germoplasma, se ha visto limitado por su costo y dificultad metodológica y por el uso de sondas específicas y sustancias radioactivas (Skroch *et al.* 1994). El análisis RAPD ("Random Amplified Polymorphic DNA") fue descrito por primera vez en 1990 por dos grupos independientes de investigadores (Williams *et al.* 1990, Welsh y McClelland 1990). En los últimos años se ha popularizado porque carece de las desventajas de los RFLP y permite generar datos en forma eficiente y relativamente barata, aunque se ha cuestionado su reproducibilidad entre laboratorios.

En el CATIE, las investigaciones con marcadores moleculares se iniciaron en 1987, utilizando inicialmente RFLP. Debido a sus ventajas, pronto se adoptó el análisis RAPD como metodología de trabajo, aunque en coordinación con el laboratorio Francereco (Tours, Francia) se continuaron haciendo investigaciones con RFLP, pero específicamente en cacao. A continuación se mencionan las principales aplicaciones en el CATIE de los marcadores de ADN.

**Caracterización de germoplasma:** Este es uno de los principales usos de los marcadores a nivel mundial. La caracterización precisa del germoplasma, hace posible el empleo de otras aplicaciones utilizando los marcadores. En el CATIE se inició en 1993 un proyecto que busca caracterizar molecularmente la colección de café, que es una de las más importantes del mundo. Para esto se han calibrado los protocolos de trabajo y se han seleccionado un grupo de "primers" polimórficos, o sea, aquellos capaces de marcar diferencias entre genotipos (aprox. 15% de los evaluados). Con ellos ya se ha iniciado la evaluación de grupos específicos de genotipos. En caoba las investigaciones apenas empiezan, pero ya se han evaluado dos métodos de extracción de ADN y dos protocolos RAPD, los cuales han sido exitosos para detectar diferencias entre genotipos.

En conjunto con la Universidad de Wisconsin se evaluaron 96 genotipos de tomate de la colección del CATIE usando 39 "primers" y 103 bandas polimórficas. Los resultados permitieron una caracterización precisa de los genotipos, pero también la estimación de las distancias genéticas entre introducciones y el estudio de la composición genética de la población. La determinación de las distancias genéticas es una información valiosa que permite organizar con una base sólida los recursos genéticos disponibles (Dos Santos *et al.* 1994). En este momento se está realizando un estudio similar con 96 genotipos de *Capsicum*, también de la colección de germoplasma del CATIE.

**Verificación de cultivares:** Por mucho tiempo se creyó que los 120 árboles del Experimento Central de cacao pertenecían al cruce Catongo x Pound-12, pero los análisis RFLP llevados a cabo por el Laboratorio Francereco demostraron que sólo 55 árboles son híbridos verdaderos. Usando la misma metodología se encontró que cinco árboles del retrocruce Catongo x (Catongo x Pound-12) tampoco correspondían al material original. Esto ejemplariza la utilidad de los marcadores de ADN para detectar mezclas, lo cual tiene una gran importancia en especies perennes y en producción de semillas.

**Construcción de mapas de ligamiento genético:** Un mapa de ligamiento genético es una representación gráfica que muestra las posiciones relativas de los genes y/o marcadores en los grupos de ligamiento (cromosomas). En cacao se han construido dos mapas de este tipo utilizando dos poblaciones segregantes, a saber: el retrocruce Catongo x (Catongo x Pound-12) y la población Catongo x Pound-12. En el primer caso se evaluaron 1.200 "primers" y se seleccionaron 100 polimórficos. Además, se incluyeron en el mapa 12 marcadores RFLP y dos marcadores fenotípicos. La existencia de este tipo de mapas abre la posibilidad de determinar los locus relacionados con características cuantitativas o QTL, y en etapas más avanzadas, la identificación, aislamiento y manipulación de genes deseables.

**Determinación de los QTL:** La determinación de los QTL es útil en el mejoramiento genético de las plantas, porque ellos pueden servir como marcadores para la selección de plantas en estados tempranos de desarrollo (semillas, plántulas, etc.) y porque actualmente es posible no sólo encontrar el locus que está ligado con una característica, sino que también identificar el gen asociado con ese locus. En cacao, para cada árbol del retrocruce se obtuvieron tanto datos fenotípicos como datos generados con los marcadores de ADN. Ya que los datos de los marcadores fueron integrados dentro de un mapa de ligamiento genético, las comparaciones entre los patrones de herencia de estos marcadores con los datos fenotípicos permitieron detectar áreas en el cromosoma que están relacionadas con las características, o sea, los QTL. Estos han sido detectados para muchas características poligénicas del cacao, entre otras: semillas por fruto, peso de las semillas, área foliar, contenido de cafeína y teobromina, diámetro del tronco, etc. Ha sido también posible identificar de 3 a 5 loci relacionados con la resistencia al hongo *Phytophthora palmivora*, lo que abre nuevas posibilidades para la interpretación de la herencia de la resistencia y para la manipulación de la misma a nivel genético.

Se concluye entonces que los marcadores de ADN tienen un gran potencial para la caracterización de germoplasma, lo cual abre un amplio grupo de otras posibles utilidades. El CATIE ya ha empezado a utilizar estas tecnologías y a obtener resultados concretos de su aplicación.

## Literatura citada

- BROWN, A.H.D. 1979. Enzyme polymorphism in plant populations. *Theoretical Population Biology* 15:1-42.
- DOS SANTOS, J.B.; NIENHUIS, J.; SKROCH, P.; TIVANG, J.; SLOCUM, M.K. Comparison of RAPD and RFLP genetic markers in determining genetic similarity among *Brassica oleracea* L. genotypes. *Theor.App.Genet.* 87:909-915.
- GLOTIEB, L.D. 1977. Electrophoretic evidence and plant systematics. *Annals Missouri Botanical Gardens* 64:161-180.
- HAINES, R. 1994. Biotechnology in forest tree improvement with special reference to developing countries. Rome, FAO. pp.41-67.
- NIENHUIS, J.; TIVANG, J.; SKROCH, P. 1994. Analysis of genetic relationships among genotypes based on molecular marker data. *In Applications of RAPD technology to plant breeding. Joint Plant Breeding Symposia Series. Minneapolis, Minnesota.* pp.8-14.
- PHILLIPS-MORA, W.; RODRÍGUEZ, H. Y FRITZ, P.J. 1995 Marcadores de ADN: Teoría, Aplicaciones y Protocolos de Trabajo. Con ejemplos de investigaciones en cacao (*Theobroma cacao*). CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica-Informe Técnico no.252. 183 p.
- POWELL, W. 1992. Plant genomes, gene markers, and linkage maps. *In Moss, J.P., ed. Biotechnology and crop improvement in Asia. Patancheru, India, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.* pp.297-322.
- SKROCH, P.; TIVANG, J.; NIENHUIS, J. 1994. Analysis of genetic relationships using RAPD marker data. *In Applications of RAPD technology to plant breeding. Joint Plant Breeding Symposia Series. Minneapolis, Minnesota.* pp.26-30.
- TANKSLEY, S.D. 1993. Mapping polygenes. *Ann. Rev. Genet.* 27:205-233.
- WELSH, J.; McCLELLAND, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nuclei Acids Res.* 18:7213-7218.
- WILLIAMS, J.G.K. *et al.* 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nuclei Acids Res.* 18:6531-6535.

## A MORPHOLOGICAL GENETIC MARKER FOR EARLY GROWTH IN *Eucalyptus deglupta* BLUME

Jonathan Cornelius, Oldemar Baeza, José Masís  
Tree Improvement Project, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Summary:** In two progeny trials of *Eucalyptus deglupta*, purple leaves and green leaves were respectively genetically associated with slower early growth and faster early growth. As leaf colour is manifested early in the nursery production phase, leaf colour, particularly on a family mean basis, can be used a marker for elimination of slower growing genotypes. It is suggested that the phenomenon is possibly due to a provenance-mixing effect; consequently, the association and therefore the utility of the marker will be transient, tending to disappear as the purple strain of the species is gradually purged from the local base population.

### Introduction

Time is a major constraint on the genetic improvement of forest trees (3), both for reproductive reasons and because many economic traits are not expressed for several years (8). For these reasons, tree breeders have long been interested in the possibilities for marker-aided selection (8), under which traits are improved not through direct selection but by selection on another correlated trait. Such indirect selection is effective when  $r_{X,Y}h_Y > h_X$  (where  $r_{X,Y}$  = the genetic correlation between the trait (X) to be improved and the trait (Y) selected,  $h_Y$  = the square root of the heritability of trait Y) (6). Attention has been directed principally at early selection on the basis of juvenile expression of the trait to be improved (e.g. 10, 11). Morphological markers not based on age-to-age correlations are rare (9). Here we present an example of such a marker in *Eucalyptus deglupta*, a timber tree commonly planted in Central America.

### Materials and methods

We collected open-pollinated seed from 48 plus-trees in the Atlantic zone of Costa Rica and established in two progeny tests in distinct climatic and soil conditions in Upala, Alajuela province and Turrialba, Cartago Province, Costa Rica. A randomized complete blocks design (11 blocks in Turrialba, 12 in Upala with three-tree line plots) was used. In the nursery and early field stages, pronounced variation in leaf colour was noted, corroborating both earlier subjective impressions and some references in the literature (3, 7). Because of this, at age sixteen months, both the total height (cm) and the leaf colour (1=green or more green than purple, 2=intermediate, 3=purple, or more purple than green) of each tree were evaluated. Data were analyzed using a mixed model analysis of variance with the GLM procedure of SAS (12). Significance of differences in height growth between families with high (>2.5) and low (<1.5) leaf colour scores was tested using the SAS CONTRAST statement (12,13). A more detailed account of the analysis procedure, the treatments and sites, as well as the other aspects of the work not reported here, is given elsewhere (4).

### Results

Phenotypic correlations between leaf colour and height growth were positive at Tuis and negative at Canalete, and in both cases close to zero. By contrast, genetic correlations were strongly negative (-0.4 at Tuis, -4.43 at Canalete). Across the two sites, the mean height of the 'green' group (2.6 m) was significantly greater ( $F=9.2$ ,  $p=0.002$ ) than that of the purple group (2.4 m). Six of the 15 tallest treatments were amongst the 15 greenest whilst six of the 15 shortest were drawn from the 15 most purple families. Only one of the 15 shortest families was drawn from the group of 15 most green, and only two of the 15 tallest were amongst the 15 most purple. Both family effects and block effects on leaf colour were significant, but the contribution of block effects to total variance was much smaller than the contribution of family effects.

## Discussion and conclusions

The strongly negative genetic correlations and the significant superiority of the 'green' families indicates that families with fast initial growth genotypes tend also to be of green leaf-colour genotype. Purple-leaved families are easily evident soon after transplanting in the nursery (i.e. before outplanting), whereas the prediction of early field growth from nursery performance tends to be problematic. Leaf colour therefore has potential for use as a marker for early growth. However, the estimates of the phenotypic correlation and the presence of block effects indicate that the relationship may not be fully reliable on an individual-tree basis, except in extreme cases (see below). This problem can be overcome in the nursery by sowing by family and eliminating purple families. Alternatively, when this is not possible, all strongly purple trees could be culled, thus relying on the 'average effect' of the relationship, whilst accepting some loss of non-inferior genotypes.

The existence of a few slow-growing green families and fast-growing purple families possibly gives a clue to the origin of the observed correlation. There are known to be provenance-related differences in leaf colour in *Eucalyptus deglupta* (5), whilst the Costa Rican base population of the species is also known to originate from widely separated parts of the species range (1). When two (or more) provenances with different leaf colours and growth rates are mixed, then both growth rate and leaf colour of an individual tree may reflect the contribution of the two provenances to its allelic composition, without this necessarily implying that the same genes which influence leaf colour also influence growth rate. In this case, the genetic correlation between leaf colour and growth rate, although important for practical purposes, may be spurious; it may be that within each provenance there is little or no additive genetic variation in leaf colour and/or no genetic correlation with growth rate. Fast-growing 'purple' families and slow-growing 'green' families are then explained respectively as fast- and slow-growing families within their respective provenances. Some weight is lent to this hypothesis by the appearance of trees representing 'extreme' examples of the purple phenomenon; these have flattened leaves, alate and cross-sectionally squarish stems, shallow, flat-topped crowns, and appear to be far more divergent from the green-leaved form than would be normal were the differences based solely on within-population variation. If correct, the provenance-mixing hypothesis would also imply that, as the purple strain is progressively eliminated from the Costa Rican base population, the correlation will disappear.

## Literature Cited

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1994. Records of seed imports by the Latin American Forest Seed Bank. Held on file by the CATIE Tree Improvement Project, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Cheliak, W.M. and Rogers, D.L. 1990. Integrating biotechnology into tree improvement programs. *Can J. For. Res.* 20: 452-463.
- Combe, J.; Gewald, N.J. (eds.). 1979. *Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 378 pp.
- Cornelius, J.P.; Corea, E.A.; and J.F. Mesén. 1995. Additive genetic variation in height growth and leaf colour of *Eucalyptus deglupta* at ages up to 16 months in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 75 (1995) 49-59.
- Eldridge, K.; Davidson, J.; Harwood, C.; Wyk, G. van. 1993. *Eucalypt domestication and breeding*. Oxford, Clarendon Press. 288 pp.
- Falconer, D.S. 1989. *Introduction to quantitative genetics*. 3 ed. Harlow, G.B., Longman Scientific and Technical, 438 p.
- FAO, 1979. *Eucalypts for planting*. Forestry Series No. 11. Rome, FAO.

Greenwood, M.S. and Volkaert, H.A. 1992, Morphophysiological traits as markers for the early selection of conifer genetic families. *Can J. For. Res.* 22: 1001-1008.

Haines, R. 1994. *Biotechnology in tree improvement*. FAO Forestry Paper 118. Rome, 230 pp.

Lambeth, C.C. 1980. Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection. *For. Sci.* 26: 571-580.

Li, B.; Williams, C.G.; Carlson, W.C.; Harrington, C.A.; Lambeth, C.C. 1992. Gain efficiency in short-term testing: experimental results. *Can. J. For. Res.* 22: 290-297.

SAS Institute Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*, Release 6.03 edition. Cary, N.C.: SAS Institute Inc., 1988. 1028 pp.

Stonecypher, R.W. 1992. Computational Methods. Pp195-228 in L. Fins, S.T. Friedman and J.V. Brotschol (Eds.). *Handbook of quantitative forest genetics*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 403 p.

## La Biotecnología en Apoyo al Mejoramiento Genético y la Conservación de los cultivos y árboles forestales.

Jean-Vincent Escalant<sup>1</sup>, Magali Dufour<sup>2</sup>, Béatrice Rabot<sup>3</sup>, Carlos Astorga<sup>1</sup>, Nelly Vasquez<sup>1</sup>, Bertrand Ruquier, Juan Luis Ortiz<sup>1</sup>, Luis Perez<sup>1</sup>, Edgar Esquivel<sup>1</sup>, William Araya<sup>1</sup>, Alexis Pereira<sup>1</sup>.

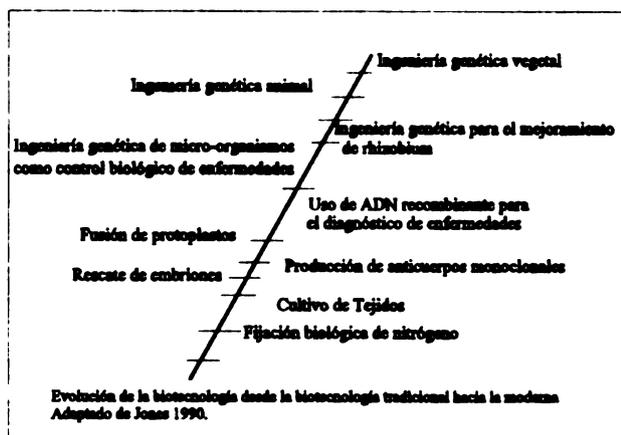
(1) Unidad Biotecnología, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

(2) CIRAD-CP, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

(3) CIRAD-FLHOR, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

La biotecnología es un grupo de herramientas que ofrece nuevas ideas y técnicas aplicables a la agricultura, al sector forestal y animal proviendo nuevas soluciones tanto al mejoramiento genético como a la producción industrial. Permite nuevos enfoques en el mejoramiento de variedades, sus rendimientos y resistencia a enfermedades y condiciones abióticas así como reducir la necesidad de fertilización y el uso de productos químicos en el manejo de la agricultura.

Es interesante ver la evolución de las ciencias genéticas hasta las biotecnologías modernas y analizar los progresos científicos realizados y constatar que en CATIE han podido desarrollarse y se están utilizando las más sofisticadas de estas tecnologías como lo son la biología molecular y la ingeniería genética.



### I. La Biotecnología en la producción de cultivos y árboles forestales

La biotecnología, como se mencionó, consiste en una serie de herramienta cuyas aplicaciones principales son:

Tecnología	Aplicación
Cultivo de meristemas y yemas	micropropagación , conservación e intercambio de materiales
Cultivo de embriones cigóticos	Cruces interespecíficos
Cultivo de anteras y microsporas	Plantas haploides
Cultivo de tejidos y células	Embriogénesis somática; variación somaclonal, selección <i>in vitro</i>
Cultivo de protoplastos	Fusión para hibridación somática
Ingeniería genética	Transferencia de genes
Marcadores moleculares	Ayuda a los prog. de mejoramiento
Anticuerpos monoclonales	Diagnóstico de enfermedades

Es importante enfatizar que la biotecnología es un conjunto de disciplinas científicas; debe considerarse siempre como un apoyo moderno al desarrollo de la humanidad y por consecuencia al desarrollo de todos aquellos sectores que contribuyan al bienestar de ella como la alimentación, la

salud y la protección de nuestra biodiversidad.

Por lo tanto trataremos de presentar la biotecnología y sus herramientas dentro del marco del Mejoramiento Genético, de la Fitoprotección y de la Conservación.

### I.1. Aplicación de la biotecnología al mejoramiento genético.

El mejoramiento genético o fitomejoramiento consiste en la introducción de características útiles en las plantas. Sin embargo las técnicas tradicionales por lo general consumen gran cantidad de tiempo para seleccionar y establecer una característica particular y deseable en un cultivar; debido a varios factores como la búsqueda de homocigocia, la incompatibilidad entre especies, la esterilidad, la ausencia de fuentes de resistencia a enfermedades, los métodos de propagación etc...

La biotecnología puede ofrecer soluciones a diferentes problemas:

## BIOTECHNOLOGIES FOR PLANT IMPROVEMENT

	Molecular Biology	Tissue Culture	Genetic Engineering
Pob 1 X Pob 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Studies of Diversity</li> <li>. Characterization of origin: DNA analysis (RFLPs, PCR/RAPDs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Haplomethods Haploid plants Homozygotic plants</li> <li>. Protoplast Fusion</li> <li>Embryos rescue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Introgresion of new characters</li> <li>Genes Introgresion: DNA Bombardment Electroporation</li> </ul>
F1 	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Varietal Control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regeneration Systems</li> <li>Microcutting</li> <li>Somatic embryogenesis</li> <li>Cell Suspensions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Introgresion of specific gene</li> </ul>
F2 	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Varietal Control</li> <li>. Segregation Studies</li> <li>. Genetic Mapping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Clonal Propagation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Introgresion of specific gene</li> </ul>
Fx 	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Varietal Control</li> <li>. Verification of introgresion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Clonal Propagation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Introgresion of specific gene</li> </ul>

Figura 1: *La biotecnología y sus aplicaciones al mejoramiento genético*; J.V.Escalant 1994.

### 1.1.1. El cultivo de tejidos

#### ***Los sistemas de propagación***

Dentro de las técnicas que abarca el cultivo de tejidos, es necesario enfatizar los métodos de regeneración como apoyo a la propagación y como base indispensable a otros métodos como la transformación genética y la conservación y difusión de recursos fitogenéticos. Estos procesos consisten en el desarrollo de una planta completa estimulando capacidades naturales (yemas terminales y axilares; ápices y meristemas; embriones) o con la inducción de una nueva organogénesis a partir de cualquier fragmento de tejido vegetal mediante suspensiones de células, embriogénesis somática, callos y protoplastos (yemas de novo; embriones somáticos).

#### **Resultados**

En CATIE, estas técnicas son actualmente desarrolladas exitosamente en varias especies de interés agronómico: café, Musáceas, raíces y tubérculos, sapotáceas, pejibaye; así como en especies forestales con la micropropagación de la Caoba (*Swietenia macrophylla*) y del Cenizaro (*Pithecelobium saman*). El logro en la micropropagación de la Caoba debería permitir un gran apoyo al programa de mejoramiento genético forestal tanto en la distribución de clones valiosos como en la búsqueda de resistencia a *Hypsipyla* a través de la transformación genética.

El uso de un nuevo concepto de cultivo *in vitro* como lo es la inmersión temporal permitió establecer métodos de producción a gran escala por medio de la embriogénesis somática tanto en café como en banano. Además cabe destacar que el sistema de inmersión temporal se pudo adaptar al cultivo de microestacas en cultivos de gran importancia como el café y la Caoba. Este sistema debería permitir alcanzar en muchas especies altas tasas de propagación reduciendo tanto el espacio como el costo de cultivo.

#### ***Los haplométodos***

El desarrollo de plantas haploides a partir de anteras o óvulos puede ser muy útil en la obtención y fijación rápida de la homocigocia en los programas de mejoramiento genético. Por métodos convencionales la obtención de plantas homocigotas requiere por lo general de 6 a 10 años (o ciclos). El cultivo de anteras y/o óvulos permitió en numerosas especies acortar estos tiempos a 1 o 2 años. Además es importante resaltar que estas plantas son homocigotas al 100% y que no hubo recombinación cromosómica como ocurre en los materiales obtenidos por vía convencional.

#### **Resultados**

En CATIE este método se ha desarrollado en apoyo al programa de mejoramiento del café utilizando el cultivo *in vitro* de anteras. Este trabajo se desarrolló a través de una maestría y sigue investigando dentro del proyecto café CATIE-COOPERACION FRANCESA-PROMECAFE.

Después de numerosas siembras (miles de anteras sembradas) se pudo obtener embriones somáticos a partir de las anteras. Es importante ahora verificar el grado de ploidía de las plantas originadas de

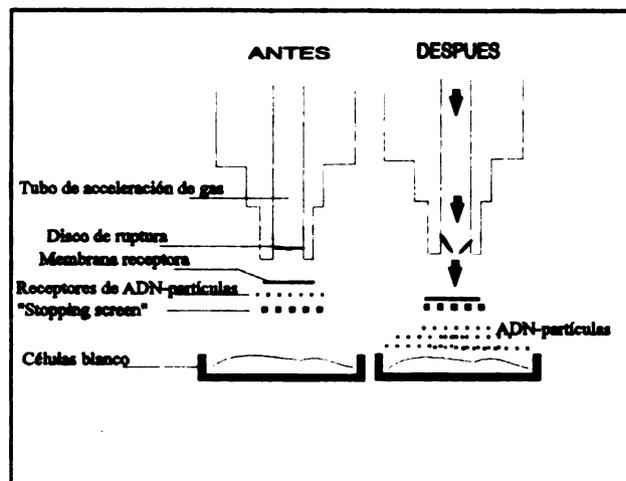
estos embriones para verificar el tejido de origen y confirmar que son plantas haploides o dihaploides.

### 1.1.2. Modificación de los genótipos

Los métodos convencionales procuran el cruzamiento de genotipos dentro o fuera de una especie. En el caso de hibridaciones interespecíficas, los cruces pueden ser difíciles debido a diferentes mecanismos naturales implicando incompatibilidades. Además no siempre se pueden encontrar o identificar nuevas fuentes genéticas en la búsqueda de nuevos genes de resistencia a enfermedades.

Por lo tanto, es importante considerar la biotecnología y sus métodos: rescate de embriones, hibridación somática, transformación genética, como herramientas muy útiles y valiosas. El mérito de la transformación genética o ingeniería genética es permitir un acceso y uso potencial de la totalidad de los genes del reino vegetal sin importar las especies.

Por ser más representativa de los trabajos realizados en CATIE durante los años 1994-95, enfocaremos la técnica de transformación genética directa por acelerador de partícula o pistola de ADN. Este método se basa en la aceleración de micropartículas de metal (tungsteno o oro) recubiertas con ADN (gen de interés) e introducidas en las células vegetales mediante un flujo de gas helio.



## Resultados

En CATIE durante los años 1994-95, pudimos implementar esta técnica aplicándola al género *Musa*. El blanco consiste en embriones somáticos adventicios procedentes de los cultivos embrionarios de flores masculinas, obtenidos por inmersión temporal en un estado temprano del crecimiento exponencial. Los parámetros que pueden variar para optimizar el sistema de bombardeo son numerosos: fuerza de aceleración, distancia del blanco, condiciones de vacío y promotores. En CATIE, los mejores resultados de expresión transitoria del gen de la  $\beta$ -glucoronidasa (GUS) se obtuvieron en cultivares 'Grande Naine' y 'Gros Michel' utilizando el promotor 35S aumentado (pCaMV2) en comparación con los de la Ubiquitina (pUGC1) y de la Actina (p0021). Se pudo obtener entre 400 y 800 puntos azules por tiro. Se logró, 5 semanas después de la transformación en los cultivares 'Grande Naine' y 'Gros Michel', obtener una expresión estable del gen GUS. Para seleccionar células transformadas, utilizamos el gen pBar y el compuesto herbicida selectivo Glufosinate o 'BASTA'. Quince días después de la transformación, los embriones somáticos se sometieron a una selección con 5mg/l de BASTA durante 2 meses en el sistema de inmersión

temporal. Entonces los embriones se pasaron en regeneración sobre un medio semi-sólido de germinación con 5mg/l de BASTA. Solamente 0.25% de estos embriones lograron formar una planta completa. Estas plantas se encuentran actualmente en una fase de aclimatación previa al análisis del DNA.

En los próximos pasos de nuestra investigación nos proponemos utilizar genes de interés agronómico como los genes "quitinasa" para aumentar la tolerancia a hongos patógenos y genes inhibidores de proteasas en la búsqueda de resistencia a nemátodos. También se trabajará en el uso de *Agrobacterium tumefaciens* para la transformación genética de la Caoba (*Swietenia macrophylla*) usando genes de proteína cristal de Bt (*Bacillus thuringiensis*) en búsqueda de resistencia a insectos (*Hypsipyla*).

## **I.2. La Biotecnología en Aplicación a la Fitoprotección**

Además de todo el apoyo que puede brindar la biología molecular en la caracterización, clasificación y detección de patógenos, existen métodos que requieren del cultivo de tejidos, tales como, limpieza de virus, variación somaclonal (resistencia a enfermedades) y transformación genética (resistencia a enfermedades).

Dentro de las diferentes estrategias utilizadas al respecto, la más comúnmente usada es la que consiste en introducir el gen que codifica para la proteína de la cápside del virus del mosaico del TMV, ToMV o CMV. También existen otros métodos más recientes como la introducción de ARN de antisentido que permite la regulación de la expresión del ARN viral y limita el desarrollo de los virus. Los ARN antisentido actúan como represor del ARN mensajero (mARN). Estas secuencias se llaman micARN y pueden construirse de manera que sean complementarias de los ARN virales. Así, limitarán la expresión del ARN viral ocupando los sitios en donde el ARN viral podría expresarse.

Dentro de la lucha biológica contra los insectos, es muy común actualmente la utilización del *Bacillus thuringiensis* para el control de plagas como las orugas de insectos. El BT (*Bacillus thuringiensis*), produce una proteína-cristal tóxica para los insectos. Una vez introducido el gen, las plantas pueden producir suficiente toxina para protegerse cuando son atacadas por las larvas del insecto. El uso de genes inhibidores de proteínas consiste en otra estrategia para la obtención de plantas tolerantes a insectos. Permite reducir drásticamente el crecimiento del insecto introduciendo un gen inhibidor de proteínas tipo: tripsina I cDNA o quimotripsina I cDNA. La introducción del gen provoca la acumulación del inhibidor de proteína dentro de las hojas del cultivo permitiendo una reducción del crecimiento de las larvas de los insectos lo que limita su desarrollo sobre el cultivo.

El aislamiento de genes que codifican para la quitinasa y la gluca endo-1,3-β-glucosidasa pueden conferir a la planta una cierta tolerancia a varios tipos de enfermedades fungosas. También se sabe que las plantas producen sustancias químicas tipo fitoalexinas para defenderse contra las enfermedades fungosas. La introducción de un gen que codifica para la liberación de fitoalexinas puede también conferir a la planta una mayor tolerancia a enfermedades fungosas.

### **I.3. La biotecnología aplicada al manejo de los recursos fitogenéticos.**

Es sólo en 1980 que se reconoce el potencial de los métodos de cultivo *in vitro* para la conservación de especies de plantas "recalcitrantes". Sin embargo la conservación *in vitro* debe considerarse como parte de la estrategia general de conservación de una especie y no puede reemplazar los otros tipos de conservación *in situ* (parques nacionales, colecciones al campo) o *ex situ* (cámaras de almacenamiento de semillas). Es muy importante conservar el concepto de conservación *in situ* debido a la importancia de la evolución genética en condiciones ambientales naturales. Sin embargo la conservación *in vitro* presenta también sus ventajas: permite almacenar un gran número de especies e individuos en un espacio muy reducido, sin riesgos de ataques de plagas y enfermedades.

#### *Estrategias para la conservación In Vitro*

Withers y Williams en 1985, propusieron dos tipos de conservación *in vitro* de los bancos de germoplasma (ACETATO):

- IVAG o In Vitro Active Germplasm, donde los cultivos se mantienen en crecimiento lento (mediano y corto plazo).
- IVBG o In Vitro Basic Germplasm, donde los cultivos son criopreservados o sea donde el crecimiento es nulo (largo plazo). Esto se logra utilizando ultra bajas temperaturas como la del nitrógeno líquido (-196°C).

#### ***Conservación In Vitro a mediano plazo (limitación del crecimiento).***

La conservación *in vitro* a mediano plazo consiste en reducir el crecimiento normal del cultivo y así alargar el tiempo entre dos subcultivos. Para este propósito se pueden variar las condiciones físicas (factores ambientales) o químicas (composición del medio).

#### ***Conservación In Vitro a largo plazo (congelamiento o criopreservación).***

Como lo hemos visto antes existe un riesgo de inestabilidad genética cuando se multiplica el material *in vitro*. La única manera de disminuir este riesgo durante el proceso de conservación *in vitro* consiste en disminuir el metabolismo celular hasta llegar a un estado estático donde los procesos biológicos han cesado (división celular, cambios genéticos como translocaciones...). Esto se logra a una temperatura mínima de -150°C. Mediante el cultivo de tejidos se utiliza el nitrógeno líquido cuya temperatura es de -196°C.

### **Resultados**

En CATIE se pudo desarrollar varios métodos de crioconservación aplicable al café y a las *Musaceas* utilizando como explante embriones somáticos.

## LOS ESTUDIOS HISTOLÓGICOS EN APOYO A LA INVESTIGACIÓN.

N. Vásquez M.

### Introducción

Las plantas son organismos con complejos sistemas estructurales y funcionales.

El estudio de su estructura interna permite comprender los procesos fisiológicos y bioquímicos que se llevan a cabo en su interior. También, es posible establecer relaciones filogenéticas entre los distintos grupos de plantas, o lograr entender algunas de las relaciones hospedero-patógeno.

Es por ello que agrónomos, fisiólogos, fitomejoradores, fitopatólogos, etc., deben familiarizarse con la estructura interna de los materiales que trabajan ya que en muchos casos el éxito o fracaso de los resultados depende del conocimiento de la estructura y función vegetal.

### Materiales y métodos

Los materiales se colocan en Glutaraldehído al 2.5% en Buffer de Fosfatos durante 24 horas. Luego, se deshidratan en una serie ascendente de alcohol (50-70-80-90/95-100-100) permaneciendo una hora en cada alcohol. Seguidamente se infiltran en parafina o resina, dependiendo de los objetivos y de la naturaleza del material para luego realizar cortes a 8 o 3  $\mu$ m respectivamente.

### Resultados

Se presenta a continuación los resultados de estudios histológicos en apoyo al cultivo de tejidos, fitoprotección y fitomejoramiento.

#### Cultivo de Tejidos

##### *Respuesta de callos al extracto crudo de *Mycosphaerella fijiensis**

Los trabajos realizados con callos de Gran Enano y Calcuta 4 expuestos a diferentes dosis del extracto crudo de *Mycosphaerella fijiensis* permitieron determinar que con una dosis de 60  $\mu$ l de extracto, se inicia el deterioro de las células de la periferia del callo en el cultivar Gran Enano. Estas muestran una maceración de las paredes celulares y un citoplasma denso de color grisáceo, 72 horas después de inoculadas. Conforme aumenta la dosis, se establece una clara delimitación entre el tejido sano y el enfermo, llegando incluso a la degradación del núcleo.

En el clon Calcuta 4, no se observaron daños estructurales para ninguna de las concentraciones probadas. Lo único que se observó fue una reacción de oxidación a las concentraciones más altas del extracto.

Estos resultados permitieron verificar rápida y eficazmente el grado de resistencia de ambos cultivares, o sea, altamente susceptibles y altamente resistentes, prueba que podría ser aplicada con gran éxito en otros materiales.

##### *Embriogénesis somática de Gran Enano a partir de inflorescencias masculinas.*

Los cortes histológicos de manitas de banano cultivadas durante 30 días mostraron que existen diferentes respuestas al medio de cultivo. Algunos explantes iniciales entran en un proceso de envejecimiento y presentan células con una coloración negra y ruptura de las paredes. Estas son más frecuentes en la base de la manita.

Las células que permanecen vivas acumulan almidón pero no presentan signos de división celular. Las manitas que reaccionan positivamente al medio de cultivo se caracterizan por estar en muy buen estado, además de presentar

divisiones celulares frecuentes en la región de los dedos, formando callos. Así, a los dos meses de cultivo los dedos se caracterizan por la acumulación de almidón. Las células cercanas a la periferia empiezan a mostrar un cambio en la coloración del almidón pasando de violeta a pardo, que parece indicar utilización de reservas.

Esto se observa también en el callo que se formó. Algunas de éstas células se desprenden con facilidad del callo y originan células embriónicas. Algunas de éstas se encuentran formando grupos de hasta 4 y 5 células, originando pequeños proembriones, o bien estados más diferenciados donde se pueden observar embriones en diferentes etapas de su desarrollo.

Los callos de tres meses de edad mantienen la producción de gran cantidad de células embriónicas, además de la producción de embriones bien desarrollados formados a partir de células que se desprenden del callo inicial. Todo este proceso continúan en los callos de 4, 5 y 6 meses, donde la cantidad de embriones y células embriónicas es aún mayor.

#### *Cultivo de Tejidos en especies forestales.*

Los segmentos de hipocotilo de *Phithecellobium saman* (Cenizaro) permitieron observar el desarrollo de gran cantidad de brotes en los extremos terminales, 25 días después de colocados en medio de cultivo.

Veinte días después de este suceso, se produce un rompimiento longitudinal de la corteza del explante con la formación posterior de células de callo a partir del cual se forman numerosos brotes apicales que pueden ser desprendidos del explante madre y crecen de manera independiente.

En el caso de los hipocotilos de *Swietenia macrophylla* (Caoba) se favoreció el desarrollo de las yemas axilares a partir de la cual se realiza exitosamente la práctica de microestacas.

### **Fitoprotección**

#### *Estudios de resistencia y susceptibilidad a nematodos en café.*

Las plantas susceptibles desarrollaron gran cantidad de agallas. El corte histológico de esas mostró numerosas hembras y masas de huevos cercanas al tejido vascular. Se observó además células gigantes bien formadas y abundantes, con contenido celular denso y presencia de muchos núcleos.

En plantas resistentes se formaron pocas agallas. En algunas hay un desarrollo normal de la hembra, pero en menor número, comparado con plantas susceptibles. Las masas de huevos son frecuentemente reducidas. En algunos casos se observan pequeños grupos de células gigantes, sin embargo, no se observan masas de huevos dentro de los tejidos del hospedero.

#### **Detección de fenoles en vitroplantas inoculadas.**

El análisis histológico del tejido foliar inoculado con conidios mostró que la mayor acumulación de compuestos fenólicos se localizó a nivel de células oclusivas en el clon "Calcuta 4" y en células epidérmicas vecinas en el cultivar "Gran Enano". Esto podría explicar parcialmente el comportamiento de los materiales a *M. fijiensis*.

En el análisis histológico de los tejidos foliares de los seis materiales inoculados con extracto crudo, los cultivares "Gran Enano" y "Currare" presentaron los mayores niveles de fenoles a las 96 horas después de la inoculación, seguidos por los materiales "Yangambi" y "Calcuta 4", donde se observó un aumento en la acumulación de fenoles con el tiempo. Los materiales "Saba" y "Embrapa-403", mostraron bajo contenido de fenoles.

## **Fitomejoramiento**

### *Pruebas de viabilidad.*

La prueba de varias tinciones para tratar de diferenciar entre embriones viables y no viables, procedentes del proceso de crioconservación, permitió establecer que la tinción de los materiales con DAPI da buenos resultados ya que los embriones viables fluorescen azul brillante, mientras que los no viables permanecen con una coloración amarilla - parduzca.

De igual manera, se pudo determinar la viabilidad de suspensiones celulares, donde inclusive se logró determinar presencia de carbohidratos, líquidos y sustancias fenólicas.

Estas observaciones nos permiten entonces una prueba rápida para medir el porcentaje de viabilidad de embriones criocongelados, así como de suspensiones celulares en un tiempo muy corto.

Finalmente, las pruebas de viabilidad efectuadas a polen de café y de flame, utilizando la tinción con el colorante de Alexander y la tinción con Iodo-Ioduro, permitieron observar la presencia de gran cantidad de polen estéril en todo los cultivares muestreados, lo que tiene gran significado en prácticas de fitomejoramiento.

### **Conclusión**

Los estudios histológicos son de gran importancia ya que con ellos podemos entender mejor una serie de eventos que se llevan a cabo en las plantas o partes de ella.

Por otro lado, podemos dar respuesta a muchas incógnitas que se presentan durante la fase de experimentación, permitiéndonos una interpretación más exacta de los resultados.

## APLICACION DE TECNICAS MOLECULARES E INMUNOENZIMATICAS EN EL ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE VIRUS FITOPATOGENOS

Gonzalo Galileo Rivas-Platero\*

**Summary** This paper describe the virology experiences in CATIE during 1993-1995. In first place shows the major results in geminiviruses diagnostic using the nucleic acid spot hybridization (NASH) in tomatoes plants and the quantification and distribution DNA-viral into tomato plant. Also presents the plant virus diagnostic in several wild plant species, tomato and pepper with NASH or ELISA tests.

### Introducción

El clonaje molecular de fragmentos de ADN en plásmidos ha permitido conocer la secuencia del genoma de muchos virus. Una vez conocida esta secuencia o organización del genoma viral se puede utilizar la capacidad de hibridación del ADN complementario o de clones de ADN con fines de detección y diagnóstico, a través de sondas marcadas por métodos enzimáticos o radiactivos (2,3).

El uso y aplicación de técnicas moleculares en el área de virología vegetal persigue diferentes objetivos: simplificar los métodos de detección e identificación de grupos virales y manipular genéticamente a las especies vegetales mediante su transformación con genes virales que interfieran posteriormente en los procesos de infección de los mismos virus en condiciones naturales (2).

En el CATIE se ha utilizado la hibridación del ADN viral para detectar geminivirus en tomate, chile y plantas silvestres (4,5). Asimismo se ha cuantificado y determinado la distribución del ADN viral de geminivirus asociados con el mosaico amarillo del tomate dentro de la planta tomate; usando la reacción de la polimerasa en cadena (PCR) se ha establecido la condición virulífera del vector *Bemisia tabaci* mediante la amplificación del ADN viral (6). Con las técnicas inmunoenzimáticas (ELISA) se ha logrado realizar diferentes diagnósticos de virus que afectan al tomate, chile dulce y tabaco.

Este documento describe los principales resultados obtenidos en la investigación de geminivirus en tomate, los diagnósticos realizados en plantas silvestres y muestra la importancia del área de virología como una herramienta en el manejo integrado de plagas.

### Materiales y Métodos

*Distribución del ADN viral de geminivirus dentro de la planta de tomate.*

**1- Plantas de prueba.** Plantas de tomate var. Hayslip sembradas en maceteros plásticos de 12 cm de altura y 16 cm de diámetro. El sustrato fue una mezcla de suelo, granza de arroz y abono orgánico (10:2:1). Las plantas sanas se inocularon a los 15 días de germinadas.

**2- Transmisión del virus.** En plantas infectadas con el geminivirus, en el invernadero, durante 48 h se colocaron tres adultos de *B. tabaci* por hoja, dentro de una microjaula plástica para que adquirieran el virus. Posteriormente el período de transmisión fue de 24 h.

**3- Hibridación del ADN viral.** La hibridación del ADN viral de geminivirus asociados al tomate se realizó utilizando la metodología descrita por (4). Las plantas analizadas fueron seccionadas en porciones distribuidas en el follaje, tallo y raíz. La cantidad de ADN viral en cada muestra se estimó a través de un densitómetro con el software Image v. 1.1 para McIntosh (6).

### *Diagnóstico de virus en plantas silvestres asociadas con los cultivos de tomate y chile dulce.*

**1- Lugares de muestreo:** Tacares (Grecia, Alajuela), Estación Exp. Fabio Baudrit (La Garita, Alajuela) y Guayabo (Turrialba, Cartago).

**2- Muestras:** plantas con síntomas o asintomáticas pero con adultos de *B. tabaci*.

**3- Hibridación del ADN viral.** Según metodología descrita por (4).

**4- Pruebas ELISA.** Según metodología descrita por (1). Se utilizaron los kit AGDIA para el PMMV, PVX, PVY, TEV, TMV y ToMV

## **Resultados y Discusión**

**Detección de geminivirus en tomate.** El uso de la técnica NASH con sondas no radiactivas ha permitido detectar satisfactoriamente geminivirus que afectan las principal zona productora de tomate en Costa Rica: Tacares de Grecia y Sarchí de Valverde Vega en Alajuela (4). Asimismo se ha demostrado la factibilidad y confiabilidad del método ya que con pocos  $\mu$ l de muestra el diagnóstico es posible; por otro lado se ha evitado el riesgo de usar marcadores radiactivos que son difíciles de manipular, de alto costo y ofrecen problemas en su eliminación.

**Análisis de *B. tabaci* por PCR.** La reacción de PCR permitió amplificar moléculas de ADN (PM=1018 pb). Dichas moléculas resultaron positivas cuando se hibridaron con una sonda general que reconoce geminivirus. Así se determinó que los adultos de *B. tabaci* utilizados en el experimento eran virulíferos.

**Distribución del ADN viral en la planta de tomate.** Se demostró la alta capacidad de translocación de los geminivirus al detectarlos desde el primer día después de la inoculación en todas las partes de la planta. Existieron diferencias ( $p < 0.05$ ) a través del tiempo en la cantidad de ADN viral; su concentración difirió ( $p < 0.05$ ) en cada parte vegetativa, resultando mayor en el follaje (6).

**Diagnóstico de virus en plantas silvestres asociadas con los cultivos de tomate y chile dulce.** Se muestrearon 18 especies silvestres, de éstas en 14 se detectaron cinco de los siete virus analizados: PMMV, PVX, PVY, TMV y al menos un geminivirus (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Virus presentes (+) en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce en las localidades muestreadas. Costa Rica.**

<b>Especie</b>	<b>PMMV</b>	<b>PVX</b>	<b>PVY</b>	<b>TEV</b>	<b>ToMV</b>	<b>TMV</b>	<b>GV</b>
<i>Bidens pilosa</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Browalia americana</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Conyza sp.</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Desmodium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galisonga sp.</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Ipomoea sp.</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lantana sp.</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Melampodium sp.</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Momordica sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phenax sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Richardia scabra</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. scabra</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Scopania dulcis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spananthe paniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spermacoce laevis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. laevis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. latifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+

**Diagnóstico de virus en chile dulce.** En la zona de Pérez Zeledón, se han detectado en chile dulce al PMMV, PVX y TMV; de acuerdo a las pruebas de diagnóstico el virus más prevalente en la zona es el PMMV.

Actualmente se adelantan experimentos para evaluar la cantidad acumulada de ADN viral en diferentes genotipos de tomate del Banco de Germoplasma del CATIE y con ello se pretenden establecer niveles de tolerancia hacia geminivirus.

#### Literatura Citada

1. CONVERSE, R.H.; MARTIN, R.R 1990. ELISA methods for plant viruses. In Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. A laboratory manual. USA. APS-Press. p:179-196.
2. MORALES F. 1988. Aplicación de técnicas moleculares al estudio y control de virus fitopatógenos. Fitopatología Colombiana 2:342-343.
3. QUERCI, M. 1993. Molecular characterization of potato virus X: Development of detection probes and identification of the resistance-breaking capacity of strain HB. Thesis Wageningen. 133p.
4. RIVAS PLATERO, G.G; LASTRA, R. 1993. Detección no radiactiva de geminivirus en tomate mediante hibridación de ácidos nucleicos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 30:7-10.
5. RIVAS PLATERO, G.G; RAMIREZ, P.; CUBILLO, D.; HILJE, L. 1995. Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 38 (en prensa).
6. RIVAS PLATERO, G.G; RAMIREZ, P.; CUBILLO, D.; HILJE, L. 1995. Translocación y cuantificación del ADN-viral de geminivirus asociados con el mosaico amarillo del tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 38 (en prensa).

## INTRODUCTION OF TIMBER TREES IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN TALAMANCA, COSTA RICA AND BOCAS DEL TORO, PANAMÁ

Dr. Gerald B. Kapp, Silvicultural Institute, D-79085 Freiburg  
Dr. John Beer, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Summary:** Results and conclusions from agrisilvicultural experiments in cooperation with smallholders in the Atlantic lowlands of Costa Rica and Panama (Ppt=2500 mm, T=26°C, mostly alluvial soils) are presented. The trials were established from 1987 on farm lands by the CATIE/GTZ-Agroforestry Project, Turrialba, Costa Rica.

Growth and mortality data are presented for five timber trees (three replicates of three species on 12 sites), planted in single lines around farm boundaries and for two timber species planted in monocultures or in association with a sequence of agricultural crops *Zea mays* (3 cycles), *Zingiber officinale*, *Eugenia stipitata*.

Heights, diameters and volumes in the tree lines (age 5 years) were: *Acacia mangium* 17 m, 19 cm and 60 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Cordia alliodora* 14 m, 19 cm and 46 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Eucalyptus deglupta* 22 m, 24 cm and 104 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Tectona grandis* 16 m, 20 cm and 64 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Terminalia ivorensis* 18 m, 23 cm and 104 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>.

Heights, diameters and volumes in the monoculture / agrisilvicultural plots were: *Acacia mangium* 17/18 m, 17/21 cm and 62/65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, *Cordia alliodora* 14/18 m, 15/24 cm and 64/96 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. *C. alliodora* associated with crops gave the greatest productivity with an average total stem volume increment of 19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> up to age 5 years. Root rot of *A. mangium*, leading to tree mortality, was greater in pure plots compared to associated plots.

The growth of *C. alliodora*, *Eucalyptus deglupta* and *Tectona grandis* were satisfactory. *T. ivorensis* and *A. mangium* are not recommendable for sites with alluvial soils because of mortality caused by root rot, mostly due to *Rosellinia* sp.

During the first 1.5 years, maize production in the agrisilvicultural plots (around 2 t/ha/cycle) was not affected by the presence of trees. Ginger production within the 2 year old afforestation was only a third of the open field production of 24 t/ha. The fruit production of *Eugenia stipitata* was reduced by the five year old trees by some 20%.

With the observed growth rates, on-farm timber production is potentially lucrative to the farmers. However, if the matching of timber species and sites and/or markets is not well done, failures are likely to occur and to discourage the smallholders.

## INTRODUCCIÓN DE ÁRBOLES MADERABLES EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN TALAMANCA, COSTA RICA Y BOCAS DEL TORO, PANAMÁ.

Dr. Gerald B.Kapp, Silvicultural Institute, D-79085 Freiburg  
Dr. John Beer, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Resumen:** Se presentan los resultados y conclusiones de experimentos agrosilviculturales en cooperación con pequeños finqueros en las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica y Panamá (Ppt=2500mm, T=26°C, suelos aluviales en su mayoría). Los ensayos fueron establecidos en fincas desde 1987 por el Proyecto CATIE/GTZ-Agroforestal, Turrialba, Costa Rica.

Se presentan los datos sobre crecimiento y mortalidad de cinco maderables (tres repeticiones de tres especies en 12 sitios), plantados en linderos de fincas privadas y para dos especies maderables plantadas en monocultivos o en asocio con una secuencia de cultivos agrícolas *Zea mays* (3 ciclos), *Zingiber officinale*, *Eugenia stipitata*.

Las alturas, diámetros y volúmenes en los linderos (edad 5 años) fueron: *Acacia mangium* 17 m, 19 cm y 60 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>. *Cordia alliodora* 14 m, 19 cm, y 46 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>. *Eucalyptus deglupta* 22 m, 24 cm y 104 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Tectona grandis* 16 m, 20 cm y 64 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>, *Terminalia ivorensis* 18 m, 23 cm y 104 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>.

Las alturas, diámetros y volúmenes en las parcelas de monocultivo/agrosilviculturales fueron: *Acacia mangium* 17/18 m, 17/21 cm y 62/65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, *Cordia alliodora* 14/18 m, 15/24 cm y 64/96 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. *C. alliodora* asociada con cultivos proporcionó la mayor productividad con un incremento total promedio por tallo de 19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> hasta la edad de 5 años. La pudrición de la raíz de *A. mangium*, provocando mortalidad, fue mayor en parcelas puras que en las parcelas asociadas.

El crecimiento de *C. alliodora*, *Eucalyptus deglupta* y *Tectona grandis* fue satisfactorio. *T. ivorensis* y *A. mangium* no son recomendables para sitios con suelos aluviales debido a la mortalidad por pudrición de la raíz, generalmente causada por *Rosellinia* sp.

Durante los primeros 1.5 años, la producción de maíz en las parcelas agrosilviculturales (cerca de 2t/ha/ciclo) no fue afectada por la presencia de los maderables. La producción de gengibre dentro de las parcelas forestales de 2 años fue sólo un tercio de la producción de un campo abierto (24t/ha). La producción de fruta de *Eugenia stipitata* fue reducida en cerca del 20% por la presencia de los maderables (5 años).

Con las tasas de crecimiento observadas, la producción forestal en finca es potencialmente lucrativa para los agricultores. Sin embargo, si la compatibilidad de las especies forestales y sitios y/o mercados no está asegurada, es probable que ocurran fracasos lo que desanimaría a los agricultores.

## MADERABLES Y LEGUMINOSAS COMO SOMBRA PARA CACAO EN TALAMANCA, COSTA RICA Y BOCAS DEL TORO, PANAMA

Eduardo Somarriba

La utilización de árboles maderables, solos o en combinación con otros cultivos agrícolas, y no las leguminosas tradicionales de sombra que no producen madera de aserrio, permite elevar y diversificar los ingresos de los productores de cacao en Talamanca y Bocas del Toro. Esto se concluye de estudios sobre el manejo de la sombra en cacaotales nuevos y viejos, desarrollados en doce fincas de estas zonas entre 1988-1995. En esos estudios se evaluaron: 1) la factibilidad biológica y económica de la utilización de especies maderables o leguminosas para transformar el dosel de sombra de cacaotales establecidos, 2) la productividad biológica (madera y cacao) y económica de cacaotales nuevos que utilizan especies maderables o leguminosas como sombra, y 3) la productividad y la estabilidad económica de sistemas que producen madera en combinación con diferentes proporciones de cacao y plátano.

Los resultados indican que la introducción de especies maderables (204 árboles/ha al momento de plantación; se prevén poblaciones finales de 80-120 árboles/ha) en cacaotales de 4-6 años de edad, conjuntamente con la eliminación paulatina del dosel de sombra original, es una tecnología atractiva, sencilla y barata en términos de sus requerimientos de insumos y mano de obra. Por ejemplo, a los 1.5 años del establecimiento, un 54% de los árboles de terminalia (*Terminalia ivorensis*) había sobrepasado las copas del cacao (3-5 m de altura), y comenzaban a tomar control del dosel de sombra del cacaotal. A los cuatro años de edad, la mortalidad de terminalia fue del 24 %, la proyección de sus copas cubría el 70% del suelo y había acumulado 35 m<sup>3</sup>/ha de volumen total de fuste. Roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y laurel (*Cordia alliodora*) ocuparon el segundo y tercer lugar en cuanto a la velocidad con que substituyeron la sombra original. Guaba (*Inga edulis*), una especie leguminosa introducida como "testigo del finquero", fue la especie menos exitosa en este sentido.

En Bocas del Toro, un cacaotal nuevo, tecnificado, con árboles (tres especies maderables y una leguminosa) de sombra plantados a 6x6 m (278 árboles/ha) y con manejo diferencial por especie, produjo 780 kg/ha/año de cacao seco, sin diferencias entre especies. La producción de madera y los menores costos de manejo favorecieron la utilización de maderables y no guaba, como sombra para el cacao. En estas condiciones de manejo tecnificado, laurel, terminalia y roble crecieron admirablemente bien, con 90, 80 y 45 m<sup>3</sup>/ha de volumen total de fuste, a los cinco años de edad. Terminalia sufrió un 68% de mortalidad, en comparación con 41% en laurel, 22% en guaba y 11% en roble.

Similares resultados se obtuvieron en una réplica reducida (no se incluyó roble de sabana) de este experimento en Talamanca, Costa Rica. Aquí, la producción de cacao fue 360 kg/ha/año sin diferencias entre especies de sombra. El bajo nivel de producción en este sitio se atribuyó a la elevada incidencia de enfermedades fungosas (especialmente monilia, *Moniliophthora roreri*) causadas por la presencia de cacaotales vecinos abandonados que sirvieron como fuente de inóculo. Los árboles crecieron muy bien, ya que a los cuatro años de edad, el volumen total de madera fue de 73 y 70 m<sup>3</sup>/ha para terminalia y laurel, respectivamente. Terminalia sufrió un 34% de mortalidad, guaba 15% y laurel 9%.

La inclusión del plátano en un sistema de cacao con maderables a bajas densidades (69 árboles/ha) permite ingresos tempranos que son muy atractivos a los pequeños finqueros. En un experimento en Bocas del Toro, se obtuvieron 1500 kg/ha de maíz y 25 ton/ha de yuca (ambos cultivos utilizados como sombra temporal) durante el primer año de establecimiento del cacao y de los árboles. La producción de plátano y cacao se inició al segundo año de edad y durante los primeros dos años productivos de ambos cultivos se produjeron 93 kg/ha/año de cacao seco y 650 racimos/ha/año de plátano. La baja producción de cacao fue debida a que las plantas (injertadas a los dos años de edad) apenas comenzaban su fase productiva. El crecimiento de los árboles fue excelente, ya que a los cinco años de edad se acumularon 26 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial.

Todos estos resultados indican que es posible diseñar sistemas agroforestales diversificados y productivos basados en la utilización de especies maderables como sombra en cacaotales, confirmando en fincas de pequeños productores, los resultados obtenidos en la finca experimental del CATIE en Turrialba, Costa Rica (Fassbender *et al.*, 1991). El desempeño de las especies maderables es generalmente muy bueno, ya que los árboles aprovechan las buenas condiciones de suelo y el manejo aplicado a los cultivos (especialmente, control de malezas y fertilización). Sin embargo, es necesario acompañar la recomendación de utilizar sistemas agroforestales, con indicaciones claras sobre cómo seleccionar las especies apropiadas para cada sitio y cómo manejarlas.

A pesar de los excelentes crecimientos maderables observados en estos sistemas agroforestales, la madera como elemento de diversificación adolece de los considerables lapsos de espera requeridos para lograr los ingresos. Por eso, es conveniente, además de los maderables, incorporar otros cultivos de retornos cortos que permitan satisfacer las necesidades inmediatas de los finqueros (ejemplo, plátano, yuca u otro cultivo con mercado y precio razonable en la zona). Los árboles deben visualizarse como un "depósito seguro a mediano plazo", ya que la madera es un producto con precios y demanda crecientes, tanto en los mercados internacionales, como en los mercados locales. La producción de maderas preciosas y semi-preciosas, en turnos cortos y producidas en combinación con otros cultivos de interés comercial es sin duda un "nicho" en el cuál los pequeños productores del trópico húmedo de mesoamérica tienen una ventaja competitiva.

### **Bibliografía relevante**

Fassbender, HW *et al.* (1991) Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 45:173-183.

Somarriba, E (1994) Sistemas cacao - plátano - laurel: el concepto. Serie Técnica Informe Técnico # 226, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33 p.

Somarriba, E; Beer, J (1994) Maderables como alternativa para la substitución de sombra de cacaotales establecidos: el concepto. Serie Técnica Informe Técnico # 238. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 34 p.

Somarriba, E; Beer, J; Bonnemann, A (1995) Árboles leguminosos y maderables como sombra para cacao: el concepto. Serie Técnica Informe Técnico. CATIE, Turrialba, Costa Rica. En imprenta.

Somarriba, E; Domínguez, L (1994). Maderables como alternativa para la substitución de sombra de cacaotales establecidos: manejo y crecimiento. Serie Técnica Informe Técnico # 240. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 96 p.

Somarriba, E; Domínguez, L; Lucas, C (1994). Cacao - plátano - laurel: manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. Serie Técnica Informe Técnico # 233. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 71 p.

Somarriba, E; Domínguez, L; Lucas, C (1995) Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá: manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE, Turrialba, Costa Rica. En preparación.

Somarriba, E; Meléndez, L; Campos, W; Lucas, C (1995) Cacao bajo sombra de maderables en Puerto Viejo, Talamanca, Costa Rica: manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. Serie Técnica Informe Técnico # 249. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 72 p.

Somarriba, E; Meléndez, L; Campos, W; Lucas, C. (1995) Cacao bajo sombra de leguminosas en Margarita, Talamanca, Costa Rica: manejo y producción de cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica. En preparación.

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CALLEJONES

Donald L. Kass, J.A. Aguirre, D. Current, J.C. Dominique,  
J. Jimenez, N. Arriaza, J. Quintanilla, C.F. Tavares da Costa

**Palabras claves:** cultivo en callejones, labranza, análisis económico, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*

**Abstract:** Agronomic and economic evaluation of alley farming.

Although alley farming has been criticized in the literature for not being a system of wide acceptability to farmers, mostly based on the African experience, the Latin American experience on both the farm and experiment station, has been more positive. A survey of agroforestry projects in Central America and the Caribbean found alley farming to be one of the most widely used and profitable agroforestry technologies. Experimental work at CATIE has shown that proper selection of crops, tree species, and management practices can greatly increase its productivity and profitability.

### Introducción

El cultivo en callejones ha sido criticado en los últimos años como un sistema de producción poco aceptado por agricultores por diversas razones como la baja producción de cultivos, la dificultad en reducir la competencia del componente arbóreo, la alta necesidad de mano de obra, y la indeseabilidad de tener árboles permanentemente en áreas dedicadas a cultivos. Sin embargo, el valor de la práctica en la conservación de suelos ha sido generalmente reconocida y la mayor evidencia para el rechazo del sistema viene de Africa y Asia donde se ha trabajado principalmente con plantas  $C_4$  no muy adaptadas al sistema (Carter, 1995). En las Americas, los resultados de investigación ha sido más animadores y la aceptación por agricultores, como ha demostrado una reciente evaluación de proyectos agroforestales en América Central y el Caribe, más positiva (Current y Scherr, 1995). (Cuadro 1)

### Experimentos en CATIE

Trabajos experimentales en CATIE también ha demostrado como manejar el sistema para reducir la competencia y aumentar la productividad. El uso de labranza y mejores poblaciones del cultivo pueden aumentar la producción de cultivos (Cuadro 2). La aparente diferencia en los resultados entre la primera y segunda cosecha es probablemente debido a un exceso de agua después de la primera siembra que probablemente lixivió mucho nitrato del suelo, dejando las parcelas de labranza en condiciones nutricionales muy inferiores a las parcelas no laboradas. En la segunda cosecha, condiciones nutricionales fueron mejores y el tratamiento con labranza fue mejor. Baja las condiciones de suficiencia nutricional, la competencia de los arboles fue más significativa, entonces el efecto de la labranza en cortar las raíces fue mas importante. También, se nota la mayor producción de frijol con *G. sepium*, que produjo la copa de menor anchura.

En el ensayo que hemos mantenido en San Juan Sur desde 1990, se probó en 1994, el uso de mucuna como un abono verde para comparar su comportamiento con mantillos de arboles y cultivo en callejones. En el cuadro 3, se presenta las producciones de maíz y frijol, la cantidad de suelo

erosionado, y el nivel de nitratos en el suelo superficial y a 80 cm. La aparente retención de nitratos por el suelo desnudo a profundidades mayores indica que este suelo tiene carga positiva a esta profundidad. Las parcelas cultivadas recibieron  $2.6 \text{ t ha}^{-1}$  de Cal en 1990 que aparentemente redujó la carga positiva a pesar que no habia evidencia que el Cal habia llegado a esta profundidad. Se ha realizado un monitoreo del movimiento de cal desde su aplicación. Estos resultados demuestran que a pesar de la infertilidad del suelo, se torna muy productivo con el uso de insumos locales (El cal fué obtenido de la calera de Turrialba.) que son muy menos costosos que los fertilizantes importados.

Un tercer ensayo demuestra el efecto del uso anterior del sitio en los ensayos de cultivo en callejones. Al contrario de los dos primeros ensayo, el suelo en este ensayo se encontraba bajo bosque al iniciar este experimento. En este caso, el análisis de suelo reveló una gran pérdida en carbono y nitrógeno, indicando que los cultivos obtuvieron la mayor parte de sus nutrientes del suelo y no los árboles fijadores de nitrógeno ni las enmiendas aplicadas. Sin embargo, la pérdida de C y N por el suelo fué mucho menor en los sistemas agroforestales (Cuadro 4).

## Conclusiones

Estos resultados indican la importancia de acompañar los estudios de sistemas agroforestales con mediciones auxiliares, de propiedades de suelo y de crecimiento de árboles.

para entender mejor los procesos que están ocurriendo en estos sistemas. Con la escogencia adecuada de prácticas de manejo, cultivos, y árboles, el cultivo en callejones pueden ser rentable para el pequeño agricultor. Se propone continuar estos experimentos, examinando en mayor detalle las transformaciones de las fracciones orgánicas del suelo, para determinar maneras más eficientes de manejar el fósforo y nitrógeno en estos sistemas. Al mismo tiempo, está colaborando con el área de fitoprotección para evitar aumentos en la población de plagas que pueden limitar la sostenibilidad de estos sistemas a largo plazo.

## Literatura citada

Carter, J. 1995. Alley farming: have resource poor farmers benefitted? ODI Perspectives No.3. 4p.

Current, D. y S. Scherr. 1995. Farmer costs and benefits from agroforestry and farm forestry projects in Central America and the Caribbean: implications for policy. *Agroforestry Systems* (en prensa)

Dominique, J.R. 1994. Evaluación de la sostenibilidad agronomica, financiera, y económica de un sistema de cultivos en callejones asociando el maíz (*Zea mays* L.) con poro [*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook] plantado en diferentes densidades. Tesis M.Sc. CATIE. 104 p. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Resultados de análisis económico de 40 proyectos agroforestales en América y el Caribe (de Current y Scherr, 1995)

Sistema agroforestal	Indicador (Valores en US\$ a tasas de cambio de 1992 calculados utilizando una tasa de descuento de 20% si otras unidades no indicadas)									
		Valor presente neta - 10% de descuento	Valor presente neta - 20% de descuento	relación B/C	Retorno al labor	Salario agrícola <sup>a</sup>	Periodo de repago (años)	hombredías por año	Comparación con alternativa <sup>b</sup>	Número de observaciones
Intercultivo agrícola	Pro m.	2863	1300	1.79	1.92	2.41	3.4	165	+	6
	Min.	-169	-366	0.89						
	Max	3733	1600	2.59						
Cultivo en Callejones	Pro m.	1335	847	2.10	3.73	2.50	1.9	56	++	9
	Min.	127	79	1.38						
	Max	4667	2585	3.87						
						4.0				

Siembras en contorno	Pro m.	1426	761	1.63	1.87 7.79	1.29 2.30	2.0 1.0 4.0	116 51 153	++	4
	Min.	1013	433	1.25						
	Max	2026	996	2.01						
Intercultivo con perenes	Pro m.	2867	1405	1.75	3.27 4.87	1.43 2.25	4.0 3.0 6.0	139 104 188	++	3
	Min.	2324	963	1.71						
	Max	3461	1932	1.80						
Taungya	Pro m.	6797	2868	2.50	2.04 55.55	3.58 4.00	4.9 2.0 10.0	53 9 124	+	8
	Min.	261	-168	0.75						
	Max	22892	9756	5.84						
Woodlot	Pro m.	764	-33	0.97	0 7.95	2.50 3.70	9.2 5 20	12 5 29	-	10
	Min.	-566	-536	0.16						
	Max	2433	222	1.43						

a - Salario agrícola reportado en proyecto donde ocurrió valores mínimos y máximos de retorno a labor

b - Comparación a alternativa: ++ -Más que 25% o más; mayor por 10-25%; - menor por 10-25%

Cuadro 2. Efecto de árbol asociado, labranza, y densidad de siembra sobre producción y número de vainas por planta en frijol sembrado en enero y mayo de 1995.

	Rendimiento frijol - la cosecha (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento frijol -2a cosecha (kg ha <sup>-1</sup> )	Anchura de copa (m)- la cosecha - 6 meses después de podar los árboles	Anchura de copa (m) -2a cosecha (4 meses después de podar los árboles)	Numero de vainas por planta la cosecha	Numero de vainas por planta - 2a cosecha
Árbol asociado						
<i>C. calothyrsus</i>	1134 A	1356 A	9.08 A	5.14 A	4.92 A	7.90 A
<i>G. sepium</i>	1182 A	1423 A	3.80 B	2.86 B	4.58 A	7.23 AB
<i>E. poeppigiana</i>	1364 A	1290 A	9.80 A	5.72 A	5.33 A	6.52 AB
Control	595 B	953 B			3.58 A	5.79 B
Con labranza	972 B	1339 A			3.88 B	7.79 A
Sin labranza	1167 A	1172 B			4.83 A	5.93 B
160,000 pl ha <sup>-1</sup>	966 B	1173 B			4.50 A	7.35 A
200,000 pl ha <sup>-1</sup>	1173 A	1337 A			4.21 A	6.37 B

Valores seguidos por la misma letra no se difieren significativamente al P<0.05

Cuadro 3. Producción de maíz y frijol, suelo erosionado, y acumulación de nitratos en un Acrudoxic Melanudand, encalado con 2.6 t cal/ha, en los tratamientos con cultivos. San Juan Sur, CATIE

Tratamiento	Rendimiento Maiz (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento o frijol (kg ha <sup>-1</sup> )	Suelo erosionado (kg ha <sup>-1</sup> )	Nitrato a 20 cm (mg/kg)	Nitrato a 80 cm (mg/kg)
Control	1426 b	1209 cd	145	12	8
Cultivo en callejones -4m	1378 b	1208 cd	137	20	13
Cultivo en callejones -6m	1611 b	1331 bc	75	22	10
Mucuna	2489 a	1537 ab	18	30	15
Mantillo de Erythrina	2452 a	1694 a	37	13	10
Suelo desnudo			10891	32	63

Valores seguidos por la misma letra no se difieron a  $p < 0.5$  por la prueba de Duncan.

Cuadro 4. Efecto de ocho años de cultivo en callejones (16 cosechas) de maíz asociado con *Erythrina poeppigiana* sobre propiedades de suelo y ingresos (calculado de Dominique, 1994)

Espaciamento de árboles	Rendimiento maíz (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Perdida de C del suelo (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Perdida de N del suelo (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Ganancia (+) o Perdida (-) de K (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Ingreso Neto (\$ ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
6m X 1m	3600	1879	375	+17	-124
6m X 2m	4000	1835	250	+ 5	- 6
6m X 3m	4040	2803	250	+ 8	+ 30
6m X 4m	4400	2991	375	+20	+ 92
Sin arboles, fertilizado	5000	3468	525	-15	+ 80
Sin arboles, sin fertilizar	2800	4378	575	-22	-166

Se aplicó 15 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de P a los tratamientos con árboles. A las parcelas sin arboles con fertilización se aplicaba 58 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N y 22 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de P.

## RESULTS OF SILVOPASTORAL SYSTEMS PROJECT IN THE HUMID TROPICS OF COSTA RICA.

M. Ibrahim

Over the past decades the humid tropics of Costa Rica had been deforested mainly for cattle ranching. The dominant feature of pastures established after forest clearing is pasture degradation, this being the main factor contributing to the low biological and economic efficiency of cattle production in Costa Rica and in Latin America. About 77% of the total area under pasture in the humid tropics of Costa Rica is dominated by very unproductive naturalised grasses, the main species being ratana (*Ischaemum ciliare*), carpet grass (*Axonopus compressus*) and *Paspalum spp.*

Between 1985 and 1994, the Silvopastoral project at CATIE (funded by IDRC, Canada) conducted research in the zones of Guapiles, Perez Zeladon and Turrialba, to develop improved low input technologies for increased and sustainable livestock production in the humid tropics. The first phase of the project (4 years) studied: selection and management of improved forage germplasm, stability and productivity of grass legume mixtures, management of trees (*Gliricidia sepium* and *Erythrina berteroana* etc.) for protein banks and living fences; methods of establishment of trees in pastures and soil fertility improvement in Silvopastoral systems. In the second phase of the project, research was carried out on: the use of legume tree foliage to supplement low quality feeds and validation of improved technologies on farms.

The results showed that improved grasses (*Brachiaria brizantha* and *B. humidicola*) and legumes (*Arachis pintoi*) produced up to 30 tons DM/ha/year and liveweight gains on these pastures were five times greater than those obtained under traditional pasture systems in the humid tropics. This means that livestock production can be intensified and therefore fragile areas can be released for reforestation.

Living fences of *Erythrina* and *Gliricidia*, managed with three prunings/year, produced a significant amount of feed (2.4 kg DM/tree/year) that was of high nutritive value (IVDMD = 60%; CP = 23%). Milk yields and liveweight gains of animals grazing unimproved pastures were increased significantly with the supplementation of foliage from these tree species.

The introduction of leguminous trees in grazed pastures showed improvements in soil fertility, in particular available soil nitrogen and phosphorus. N concentration of soil increased by 0.04% after 3 years of grazing. Apart from this, organic carbon was increased significantly (3 tons/ha/year), demonstrating the role that silvopastoral systems have in carbon sink storage.

On farm results showed that milk yields were increased by 1-2 l/cow/day with supplementation of poro (*Erythrina*) in the period of low rainfall (Dec. - April) when there is a deficit in forage supply because of a moisture deficit in these rapidly draining soils. This permitted a reduction in the amount of concentrates used to supplement dairy cows.

From the above results, it is concluded that improved silvopastoral technologies offer alternatives for increasing the economic efficiency of livestock production in the Atlantic zone. However there is need to strengthen research in the following areas:

- Restoration of degraded pastures (process of degradation and methods for restoration of degraded pastures).
- Competition of trees and grasses or legumes in a pasture system.
- Grazing management of forest or perennial (fruits, oil palm etc.) plantations.
- Grazing or browsing management of tree or shrub species.
- Environmental effects on forage quality.
- Use of tree or shrub species for feeding animals in the seasonally dry areas (Pacific watersheds of Central America).
- Nutrient cycling in silvopastoral systems.

## **EFFECTO DEL PREMARCHITADO Y LA ADICION DE MELAZA SOBRE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE DIFERENTES FOLLAJES DE ARBOLES Y ARBUSTOS TROPICALES.**

**Miguel Vallejo<sup>1</sup>, Jorge Benavides<sup>3</sup>, María Kass<sup>4</sup>,  
Carlos Jiménez<sup>5</sup>, Arnoldo Ruiz<sup>6</sup>**

### **Introducción**

Uno de los principales problemas de la ganadería bovina en América Central es la falta de suficiente alimentación en la época de sequía debido a la distribución bimodal de la precipitación en las regiones de mayor concentración de animales. En tal sentido la conservación de forraje como heno o ensilaje, o la adquisición de alimentos costosos, son las únicas alternativas para disminuir el impacto de la penuria nutricional que sufre el ganado en esa época.

En el trópico es más dificultoso que en zonas de clima templado, el uso de ensilaje de gramíneas debido a la baja calidad de este material (8) que afecta el proceso de fermentación, dando como resultado un producto generalmente de poco valor nutritivo y mal consumido por los rumiantes. Sin embargo, numerosas especies de árboles y arbustos se caracterizan por la elevada calidad nutricional de su follaje y su capacidad de producción de biomasa y se ha determinado que como alimento fresco este tipo de material permite mejorar la calidad de la alimentación de los animales (1). Estas características pueden permitir que este tipo de material pueda ser apropiado para la fabricación de ensilajes de mejores cualidades nutricionales que los hechos a base de gramíneas tropicales.

El propósito de este trabajo fue generar información sobre las posibilidades de uso de ensilajes de leñosas en sistemas de alimentación animal, a través de la aplicación de técnicas de conservación en microsilos y pruebas de consumo y producción de leche con cabras lecheras.

### **Materiales y métodos**

Los trabajos se llevaron a cabo en la Sub-Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores y en el laboratorio de Fitoquímica del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Ambos en la zona de vida denominada bosque muy húmedo premontano (3), una altitud de 602 msnm, con una precipitación anual de 2640 mm, una media de temperatura de 22.4°C y una humedad relativa del 90,4%.

En el primero de dos experimentos se evaluó el efecto de diferentes técnicas de conservación sobre la calidad del ensilado del follaje de tres meses de rebrote de 8 leñosas forrajeras; y en el segundo se estudió el ensilaje de cuatro especies por medio de pruebas de consumo y producción de leche en cabras lactantes.

En el primer trabajo las especie evaluadas fueron la Amapola (*Malvaviscus arboreus*), el Chicasquil fino (*Cnidioscolus aconitifolius*), el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el Jocote (*Spondias purpurea*), la Morera (*Morus* sp.), el Nacedero (*Trichantera gigantea*), el Sauco amarillo (*Sambucus canadensis*) y la Tora blanca (*Verbesina turbacensis*).

Los tratamientos para cada especie individualmente fueron: nivel de melaza (0 y 5%) y tipo de material a ensilar (sin marchitar y premarchitado), analizados a través de un diseño irrestricto al azar con arreglo factorial (2\*2). Las variables evaluadas fueron materia seca (%MS), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS), proteína cruda (%PC), pH, ácido acético, butírico y láctico como % de la MS e indicadores organolépticos.

<sup>1</sup>/ MSc. Especialista en Sistemas Agroforestales, (CATIE), Turrialba, Costa Rica

<sup>2</sup>/ M.Sc. Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores, (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

<sup>3</sup>/Ph.D. Area de Agroforestería. (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

<sup>4</sup>/B.Sc. Director, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

<sup>5</sup>/PhD., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.

En el segundo experimento se utilizó follaje ensilado en bolsas de plástico de Amapola (premarchitada), Jocote, Morera y Sauco con los que se evaluó su consumo como dieta única y la producción de leche en cabras estabuladas. Se utilizó un diseño de cuadrado latino y las variables analizadas fueron el consumo de MS, la producción de leche y los contenidos de proteína, grasa y sólidos totales de la leche.

## Resultados

En el primer experimento se determinó que, en promedio para todas las especies, la adición de melaza aumentó la DIVMS (59,2 a 64,1%) y el ácido láctico (2,2 a 7,6%) y redujo la PC (17,7 a 17,1%) (Cuadro 1). Así mismo disminuyeron los productos amoniacales (3,0 a 2,1%), el pH (4,9 a 4,3%), el ácido acético (4,7 a 3,1%) y el butírico (0,34 a 0,09%). Los forrajes sin marchitar con respecto a los premarchitados contienen, respectivamente, mayor DIVMS (64,0 y 59,3%) y proteína (18,5 y 16,3%), y menor pH (4,4 y 4,7); pero presentan menor concentración de láctico (3,2 y 6,5%) y mayor cantidad de productos amoniacales (3,6 y 1,5%), ácido acético (5,3 y 2,5%) y ácido butírico (0,41 y 0,02%).

**Cuadro 1.** Digestibilidad y contenido de proteína cruda del ensilaje de leñosas forrajeras por efecto de la adición de melaza y el premarchitamiento.

Especies	Melaza		Marchitado		Melaza		Marchitado	
	0% <sup>1</sup>	5%	0%	5%	0%	5%	No	Si
	---- DIVMS ----				----- PC, % -----			
Chicasquil	73,4 <sup>b</sup>	76,5 <sup>a</sup>	76,0 <sup>a</sup>	74,0 <sup>a</sup>	22,5 <sup>a</sup>	21,3 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>	21,7 <sup>a</sup>
Morera	68,1 <sup>a</sup>	70,3 <sup>a</sup>	71,2 <sup>a</sup>	67,3 <sup>b</sup>	17,0 <sup>a</sup>	16,2 <sup>a</sup>	17,8 <sup>a</sup>	15,5 <sup>b</sup>
Sauco	58,9 <sup>b</sup>	60,7 <sup>a</sup>	61,7 <sup>a</sup>	58,0 <sup>b</sup>	16,3 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>
Jocote	55,0 <sup>b</sup>	64,5 <sup>a</sup>	62,1 <sup>a</sup>	57,3 <sup>b</sup>	16,1 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>	15,9 <sup>a</sup>	16,3 <sup>a</sup>
Tora Blanca	57,9 <sup>a</sup>	58,7 <sup>a</sup>	59,5 <sup>a</sup>	57,1 <sup>b</sup>	17,7 <sup>a</sup>	15,4 <sup>b</sup>	17,8 <sup>a</sup>	15,3 <sup>b</sup>
Guácimo	51,9 <sup>b</sup>	60,7 <sup>a</sup>	58,8 <sup>a</sup>	53,7 <sup>a</sup>	17,4 <sup>a</sup>	16,7 <sup>a</sup>	18,2 <sup>a</sup>	16,0 <sup>b</sup>
Amapola	52,2 <sup>b</sup>	57,7 <sup>a</sup>	58,3 <sup>a</sup>	51,6 <sup>b</sup>	18,4 <sup>a</sup>	17,1 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	14,1 <sup>b</sup>
Nacedero	53,7 <sup>b</sup>	62,1 <sup>a</sup>	59,6 <sup>a</sup>	56,2 <sup>b</sup>	17,9 <sup>a</sup>	17,3 <sup>b</sup>	19,3 <sup>a</sup>	15,9 <sup>b</sup>

1/ Nivel de melaza; 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente,  $p < 0,05$ .

En general la digestibilidad, el nivel de proteína cruda y otras características químicas de muchos de los ensilados son superiores a los reportados para gramíneas tropicales. Para el ensilaje de Avena se reporta una DIVMS de 55,0% (10) semejante al valor de 59,7% de una mezcla de pasto y leguminosas (pasto Timothy, alfalfa, trébol rojo y blanco) (11). El mayor dato corresponde al 63,5% encontrado para una mezcla de Maíz-Dolichos (*Lablab purpureus*) (4).

Los contenidos de proteína cruda son superiores a los reportados para ensilajes de gramíneas tropicales por diversos autores: 7,2% para *Pennisetum purpureum* (6); 7,0%, como promedio para *Digitaria decumbens*, *Panicum maximum* y *Cynodon dactylon* (2); 13,4% en ensilaje Maíz-Dolichos (4); 8,0% en maíz (5); y valores menores a 12,0% en mezclas de Guinea-Dolichos, Bermuda-Dolichos y *P. purpureum*-Dolichos (9).

Las especies que presentaron las mejores características fueron el Chicasquil y la Morera, mientras que la Amapola presentó un buen nivel de ácido láctico (15,8 y 16,9% con melaza y premarchitado, respectivamente). El Nacedero fue el follaje que presentó las peores características por su elevado pH (5,8 a 7,4) y, a la luz de estos resultados, no es recomendable su utilización en ensilaje.

En el segundo trabajo, el mayor consumo de materia seca y la producción de leche se observaron con la Morera; seguida de la Amapola y el Jocote (Cuadro 2). Con este último follaje el menor consumo se atribuye a la excesiva acidez del material y en el Sauco se eliminó al inicio de la prueba por bajo consumo (0,2% del peso vivo). Estos datos observados con Morera y Amapola son relevantes si se tiene en cuenta que la cabra está considerada como el rumiante menos apto para consumir ensilajes y raramente se reportan consumos por encima del 2% del peso corporal (7).

**Cuadro 2.** Consumo de materia seca y producción de leche de cabras alimentadas con ensilaje de árboles y arbustos forrajeros.

Grupo de cabras	Especie ensilada			Promedio
	Morera	Amapola	Jocote	grupo
<b>Materia seca, % PV</b>				
Alta producción	5,0	4,2	2,7	4,0
Mediana producción	4,8	4,5	3,8	4,3
<b>Promedio</b>	<b>4,9<sup>a</sup></b>	<b>4,3<sup>ab</sup></b>	<b>3,2<sup>b</sup></b>	
<b>Leche, kg/an/día</b>				
Alta producción	2,01	1,88	1,24	1,71
Mediana producción	1,74	1,77	1,34	1,62
<b>Promedio</b>	<b>1,88<sup>a</sup></b>	<b>1,83<sup>a</sup></b>	<b>1,29<sup>b</sup></b>	

Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente,  $p < 0,01$

## Conclusiones

1. El efecto de los tratamientos fue diferente según la especie ensilada. No obstante, se pueden resaltar algunas tendencias generales producto del premarchitamiento y de la adición de melaza.
2. Con la excepción del pH, el contenido de PC y la DIVMS, el premarchitado mejora las características fermentativas de los ensilajes, sobre todo sin la adición de melaza. Sin embargo, en materiales presecados el pH pierde relevancia, debido a que la menor humedad permite controlar la fermentación.
3. La melaza mejora casi todos los parámetros fermentativos y su efecto es más evidente en los materiales sin marchitar, al reducir las pérdidas de amonio y ácido acético y mejorar los indicadores organolépticos. Al premarchitar, la disminución del contenido de agua limita la actividad microbiana. Con el aditivo aumenta el contenido de MS y la DIVMS en casi todas las especies y se reduce ligeramente el contenido de PC, excepto en los materiales con menor contenido de MS antes de ensilar. Así mismo, incrementa el ácido láctico e inhibe las fermentaciones indeseables al reducir el pH.

## Literatura citada

- BENAVIDES, J. 1994. Investigación en árboles forrajeros. *In* Benavides, J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R, CATIE. V1, p.3-28 (Serie Técnica. Informe Técnico 236)
- ESPERANCE, M. 1986. Algunas características fermentativas y valor nutritivo de los ensilajes fabricados en la Región Occidental de Cuba. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 9(3):271-277.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R., IICA. 216p. (Libros y Materiales Educativos No.34)
- IGLESIAS, J.M.; REYES, F.; OJEDA, F.; DELGADO, R.; RIVERO, L. 1992. Valor nutritivo de un ensilaje mixto de Maíz y Dolichos. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 15(1):71-76.
- JONES, G.M.; DONEFER, E.; JAVED, A.H.; GAUDREAU, J.M. 1971. Intake and digestibility by sheep of wilted Alfalfa-Timothy or corn silages ensiled at low and high dry matter levels. *Journal of Animal Science.* (EE.UU.) 33(6):1315-1320.
- LUIS, L.; RAMIREZ, M. 1988. Estudio de algunos indicadores bioquímicos y microbiológicos en ensilaje de CRA-265. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 11(1):88-93.
- McCAMMON-FELDMAN, B.; VAN SOEST, P.; HORVATH, P.; McDOWELL, R. E. 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell University International Agricultural Mimeograph 88. Cornell Univ., Ithaca, New York. 37 p.
- MINSON, D. J.; McLEOD, M. N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. *In* Int. Grassl. Congr. (11., 1970, Surfers Paradise, Queensland, Australia). s.n.t. p. 719-722.
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; DIAZ, D. 1991. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. 1. Utilización del dolichos (*Lablab purpureus*, L. Sweet). *Pastos y Forrajes (Cuba)* 13(2):189-196.
- SIEBALD, E.; GOIC, L.; NAVARRO, H.; MATZNER, M. 1988. Ensilaje de avena en engorda de novillos: niveles de suplementación energética y fuentes de proteína. *Agricultura Técnica (Chile)* 48(1):28-32.
- STOKES, M.R.; CHEN, J. 1991. Effect of a molasses-based silage preservative on fermentation and nutritive value of haycrop silage. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 74(Suppl.1):314.

## EVALUACION DE COMPUESTOS SECUNDARIOS Y CONSUMO VOLUNTARIO DE CINCO PROCEDENCIAS DE *Gliricidia sepium* EN EL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA.

Silvia López, María Kass, Pedro Ferreira y Johnny Pérez

**Summary:** The objective of this experiment was to determine the secondary compounds in five provenances of *Gliricidia sepium* in two seasons (high and low precipitation) and their effect on the voluntary intake of adult goats. Proanthocyanidins concentration showed significant differences between provenances and seasons but coumarins content varied only between provenances. Besides, the two compounds had discriminatory power to detect genetic heterogeneity between *Gliricidia sepium* germoplasm; but only coumarins concentration has a negative effect on voluntary intake.

**Resumen:** Con el objetivo de determinar los compuestos secundarios en cinco procedencias de *Gliricidia sepium*, en dos épocas del año y el efecto de estos compuestos sobre el consumo voluntario de cabras adultas, se realizaron dos experimentos. La concentración de proantocianidinas presentó diferencias entre procedencias a través de las épocas, mientras que el contenido de cumarinas fué diferente entre procedencias solamente. Además, estas dos variables tienen poder discriminante para detectar heterogeneidad genética en germoplasmas de *Gliricidia sepium*. La concentración de cumarina tiene un efecto negativo sobre el consumo de materia seca.

### Introducción

*Gliricidia sepium* es un árbol leguminoso originario de las zonas tropicales de América Central y México; ampliamente distribuido en las zonas tropicales, más allá de los límites de su origen. Ha sido un árbol útil en la producción de leña, control de sombra, cercas vivas, control de la erosión y producción de forraje (3). Las poblaciones naturales de esta especie se caracterizan por tener diferentes estructuras genéticas que se originan en medios ambientes distintos, ocasionando diferencias en las características morfológicas, químicas y productivas que muchas veces limitan su utilización en los sistemas de producción agrícola (4). En trabajos realizados utilizando el follaje de *Gliricidia sepium* como forraje, los animales han presentado consumos positivos o negativos dependiendo de la procedencia utilizada. La variabilidad en la aceptabilidad y consumo de esta especie se ha atribuido a la presencia de factores antinutricionales (compuestos secundarios) presentes en el follaje como taninos y cumarinas (1, 6). Se ha demostrado la influencia negativa de los taninos (proantocianidinas) sobre la digestibilidad de la materia seca (5, 7, 9). Asimismo, se ha especulado sobre la influencia de las cumarinas sobre el consumo, debido al olor y sabor desagradable que este compuesto da al follaje; sin embargo, los estudios realizados no han sido suficientes para probar este efecto (1, 8).

Este estudio analiza la concentración de compuestos secundarios en cinco procedencias de *Gliricidia sepium* en dos épocas del año, y el efecto de éstos sobre el consumo voluntario de cabras adultas. Para tal efecto, se realizaron dos experimentos.

**Experimento 1.** Determinación de compuestos secundarios y DIVMS en cinco procedencias de *Gliricidia sepium*.

### Material y métodos

Se realizó en la Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores y el laboratorio de Fitoquímica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), durante los meses de Octubre de 1994 a Julio de 1995. Se utilizó una plantación de *Gliricidia sepium* con cinco procedencias colectadas por el Instituto Forestal de la Universidad de Oxford: 124-91 (Guatemala); 125-91 (Guatemala); 126-91 (Nicaragua); 32-92 (Colombia) y 4-92 (Nigeria). Al iniciar el trabajo, la plantación tenía 2 años de establecida y se le practicó una poda de uniformización entre los 40 y 50 cm de altura el 13 de mayo de 1994 para que al inicio del experimento el follaje tuviera cinco meses de edad aproximadamente.

Se realizaron dos muestreos de la biomasa comestible a las cinco procedencias en estudio. El primero en Octubre de 1994 (época de mayor precipitación) y el segundo en Marzo de 1995 (época de menor precipitación), colectando al azar 20 plantas de cada procedencia. Se extrajo una muestra de cada planta para realizar los análisis: concentración de cumarinas

(mg g<sup>-1</sup> MS), concentración de proantocianidinas (ABS<sub>550</sub> g<sup>-1</sup> MS), y otros análisis rutinarios como: pared celular (PPC, %), proteína cruda (PC, %) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS, %). Estas determinaciones junto con la altura de planta (m), producción de materia seca (g planta<sup>-1</sup>), relación hoja:tallo y número de ramas fueron las variables de estudio.

El análisis de los datos siguió un modelo de parcelas divididas en el tiempo, aplicando pruebas de Tukey y *t* (dms) para las comparaciones múltiples. Se realizó un análisis de conglomerados para identificar grupos genéticos homogéneos entre las procedencias evaluadas, aplicándolo a cada época por separado, debido a la gran variación encontrada en los individuos de una época a otra.

## Resultados y Discusión

Todas las variables evaluadas presentaron diferencias entre procedencias y a través de las épocas, con excepción de cumarina, la cual varió únicamente entre procedencias ( $P < 0,01$ ). La producción de materia seca, altura de planta y PPC tendieron a disminuir en la época seca, mientras que el número de ramas, relación hoja:tallo, PC y DIVMS aumentaron. En base a esto, se identificó a las procedencias 4, 124 y 125 como las más productivas, más altas y con mayor contenido de PC; las procedencias 4, 32 y 124 con la mayor relación hoja:tallo y número de ramas; las procedencias 4, 32 y 125 con menor contenido de PPC y proantocianidinas y mayor DIVMS. Por su parte, la procedencia 126 presentó el más alto contenido de cumarina.

El análisis de conglomerados formó cuatro grupos de individuos de las cinco procedencias en ambas épocas estudiadas. Se observó un comportamiento diferente de los individuos entre épocas denotando que estos representan material genético heterogéneo. En la época húmeda el grupo 1 fue superior en producción de materia seca, altura, DIVMS y PC, este incluyó todas las plantas de la procedencia 125 además de representantes de otras procedencias. En la época seca los grupos 1 y 2 presentaron los valores más altos de producción, PC y DIVMS, agrupando en su mayoría plantas de las procedencias 32 y 125. Aunque las plantas de todas las procedencias tienden a disgregarse, la mayoría de las procedencias lo hicieron en grupos consecutivos, lo cual denota una variación pequeña entre sus individuos. Las variables cumarina, altura, PC, DIVMS y proantocianidinas son las que tuvieron el mayor poder discriminante para separar grupos en ambas épocas.

## Experimento 2. Consumo voluntario de seis procedencias de *Gliricidia sepium*

### Material y métodos

Se realizó al mismo tiempo que el experimento 1, también en la unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores del CATIE. Se utilizaron las cinco procedencias de *Gliricidia sepium* mencionadas en el experimento 1, además de la procedencia CATIE. Quince cabras adultas con un promedio de 38±4,5 kg de peso vivo (PV) fueron confinadas en corrales individuales, en donde se sometieron a un periodo de adaptación de 10 días, al follaje de las procedencias en estudio. Durante el periodo de medición (10 días) las procedencias se ofrecieron *ad libitum* en comederos individuales que se sortearon diariamente; adicionalmente se proporcionó una mezcla de banano verde (*Musa spp*) y pasto King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) a razón de 1% de MS en relación al PV, agua y sales minerales *ad libitum*. Se pesaron diariamente las cantidades de forraje ofrecido y rechazado. En los días 1, 5 y 10 de cada periodo de medición se tomó una muestra del follaje ofrecido de cada procedencia para los análisis de laboratorio correspondientes. Las variables de estudio fueron: a) consumo de MS de las seis procedencias de *Gliricidia sepium* (% del PV); b) relación entre el consumo de MS y la concentración de cumarinas (mg g<sup>-1</sup> de MS) y proantocianidinas (ABS<sub>550</sub>g<sup>-1</sup> MS).

El análisis de los datos se basó en las diferencias dos a dos del porcentaje de materia seca consumido de cada procedencia por cada cabra en relación a su peso vivo. Para cada animal se calcularon las  $\binom{6}{2}=15$  diferencias. Se aplicó la prueba *t* (dms) para evaluar la significancia de las diferencias correspondientes a cada uno de los pares de procedencias. Se efectuaron correlaciones entre el consumo de las cabras y los compuestos secundarios. Se realizó también un análisis multidimensional de preferencias (2), usando el procedimiento Proc Prinqual de SAS, convirtiendo los consumos de cada animal en rangos (1 a 6) indicando niveles de preferencia.

## Resultados y Discusión

El consumo de MS (% del PV) fué mayor para la procedencia CATIE (0,695), seguida por la 124 (0,441) y 125 (0,43), mientras que las procedencias 126, 4 y 32, tuvieron un consumo menor (0,423, 0,402 y 0,368, respectivamente) a la del CATIE e igual a la 124 y 125 ( $P < 0,05$ ). El análisis de preferencias multidimensional permitió ver que las procedencias no mostraron el mismo orden de preferencias que de consumos. El orden de preferencias en forma descendente es: CATIE, 124, 126, 32, 125 y 4, significando que una procedencia puede tener mayor consumo promedio, pero ser preferida por un número menor de cabras.

Los consumos totales variaron entre 2,68 y 4,28% del peso vivo de las cabras. Únicamente la concentración de cumarinas se correlacionó en forma negativa y baja pero significativamente con el consumo ( $r = -0,18$ ).

## Conclusión

Todas las procedencias de *Gliricidia sepium* evaluadas presentan niveles adecuados de PC y DIVMS para ser utilizadas en la alimentación de rumiantes. Las procedencias presentan contenidos de proantocianidinas y cumarinas diferentes que varían entre épocas del año. La concentración de cumarina tiene un efecto negativo sobre el consumo de materia seca de los animales, por tanto, es útil considerar estas variables en los programas de selección de individuos superiores con fines de manejo o mejoramiento genético. El consumo y la preferencia de los animales son conceptos diferentes a los cuales se debe dar importancia cuando se evalúan especies con calidad forrajera desconocida: en estos casos la conducta preferencial de los animales puede quedar encubierta y tomarse decisiones erróneas sobre la calidad de una dieta.

## Literatura citada

- BENNEKER, C. y VARGAS J.E. 1994. Estudio del consumo voluntario de 5 ecotipos de matarratón realizado con ovejas africanas bajo tres dietas diferentes. *Livestock Research for Development* 6(1):81-89.
- CARROL, J.D. 1922. "Individual differences and multidimensional scaling", in *Multidimensional Scaling: Theory and Applications in the Behavioral Sciences* (Vol 1), eds. R.N. Shepard, A.K. Romney and S.B. Nerlove. NY: Semminar Press.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Madreado, especie de uso múltiple en América Central. Colección de guías silviculturales. Serie Técnica. Informe técnico No. 180. Turrialba, Costa Rica. 79 pp.
- CHAMBERLAIN, J.R. and GALWEY N.W. 1993. Methods of identifying genetic diversity in *Gliricidia sepium* species for biomass production. *Experimental Agriculture* 29:87-96.
- EGAN, A.R. and ULYATT M.J. 1980. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep: VI Utilization of nitrogen in five herbages. *J. Agric. Sci.* 94:47-56.
- MENDIETA, L.M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp de México, América Central y Panamá. Tesis Magister Scientiae. C.R.
- ONWUKA, C.F.I. 1992. Tannin and saponin contents of some tropical browse species fed to goats. *Tropical Agriculture* 69(2):176-180.
- URRIOLA, E.D.M. 1994. Efecto de la edad de rebrote sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de cinco procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) y su aceptabilidad por cabras adultas. Tesis Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. C.R. 92 p.
- TANNER, J.G., MOORE E.A., and LARKIN J.P. 1994. Proanthocyanidins inhibit hidrolisis of leaf proteins by rumen microflora *in vitro*. *British Journal of Nutrition* 71:947-958.

## INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*) EN CATIE, COSTA RICA

A. Mora  
J. Morera  
F. Cadima

**Summary:** In three experiments in yam beans established in CATIE, the effect of three planting distances, flower elimination and the association with cassava on the production of tuberous roots was evaluated. Of the three planting distances tested (0.20m, 0.15m and 0.10m), 0.10m was found to produce the greatest number of small roots having relatively low root weights. Root yield in yam beans increased more than 100% when flowers were eliminated, but this response depends on the type of germplasm (introduction). Yam bean yields decreased significantly when they are grown in association with cassava, but it is an important economic alternative in traditional cropping systems.

### Introducción

La jicama (*Pachyrhizus* spp.) es una planta de la familia Fabácea cuyo uso principal es el consumo de la raíz tuberosa como hortaliza fresca. *P. erosus* se cultiva desde México hasta El Salvador, siendo de importancia comercial en el primer país, donde hay un fuerte consumo local y se exporta a Estados Unidos (León, 1987). Algunos aspectos agronómicos como las distancias de siembra, la eliminación de flores y la posibilidad de asocio con otros cultivos necesitan evaluarse para lograr un uso más eficiente de los factores de crecimiento y aumentar así, los rendimientos por unidad de área. Los espaciamientos recomendados son muy variables y dependen de la longitud del período de crecimiento, el tamaño deseado de las raíces y la duración del día en el momento de la siembra (Heredia, 1985; Sahadevan, 1987). Asimismo, se recomienda la eliminación de flores para obtener altos rendimientos ya que la floración *per se* compete en gran medida con la tuberización (Singh *et al.* 1991, Sinha *et al.* 1977).

Se establecieron 3 experimentos en el área conocida como Cabiria (CATIE, Turrialba) con los siguientes objetivos: a) Comparar el rendimiento de 3 accesiones de jicama bajo tres distancias de siembra entre plantas, b) Estudiar el efecto del desfloreo sobre los rendimientos de raíces tuberosas y c) Evaluar el comportamiento del cultivo de jicama en monocultivo y en asocio con yuca.

### Materiales y métodos

Los 3 ensayos se establecieron bajo un diseño de parcelas divididas. En el experimento de distancias de siembra se evaluaron 3 accesiones (EC032, EC509 y EC534) en las parcelas completas y 3 distancias (0,10 m, 0,15 m y 0,20 m) en las subparcelas. El ensayo sobre eliminación de flores los factores evaluados fueron: con desfloreo y sin desfloreo para las parcelas completas y 5 accesiones (EC114, EC509, EC511, EC523, EC536) en las subparcelas. El tratamiento de eliminación de flores consistió en cortar todas las inflorescencias usando una tijera podadora dos veces durante el ciclo del cultivo. Para evaluar el asocio de jicama con yuca se estableció el tratamiento de asocio (con yuca y sin yuca) en las parcelas completas y las accesiones (EC041 y EC509) en las subparcelas. A una distancia de 0,60 m de las hileras de yuca se sembraron 3 hileras de jicama separadas entre sí por 0,40 m y a 0,20 m entre plantas. Durante la cosecha se clasificaron las raíces tuberosas en 2 grupos de acuerdo al tamaño y peso: tamaño pequeño para pesos inferiores a 300 g y tamaño mediano para pesos entre 300 y 600 g.

### Resultados

#### a. Distancias de siembra

Los promedios de peso total por accesión fueron muy similares con el valor más bajo de 27900 Kg/ha de EC534; EC509 mostró un peso de 31800 Kg/ha ligeramente superior que EC032 (31600 Kg/ha) aunque esta última accesión fue superior en número de raíces; lo cual indica que el peso de raíz es más alto en EC509. De estos

resultados se puede inferir que accesiones con igual rendimiento en peso, pueden ser muy diferentes en el tamaño de las raíces; lo cual puede ser muy significativo al momento de seleccionar un determinado genotipo. La tendencia para los totales es una disminución en el número de raíces a medida que aumenta la distancia de siembra (Figura 1). El peso y número de raíces de tamaño pequeño fue más alto a medida que la distancia de siembra fue menor, lo cual significa que a menor distancia mayor competencia entre plantas y por lo tanto más cantidad de raíces pequeñas.

#### *b. Eliminación de flores*

La interacción entre desfloreo y accesiones fue altamente significativa para la mayoría de las variables estudiadas. En promedio, el peso total de raíces en el tratamiento con desfloreo (19115 Kg/ha) superó en 116% la producción sin desfloreo (8367 Kg/ha). La accesión EC536 es particularmente favorecida por la eliminación de flores, aumentando de 4765 a 29750 Kg/ha en el peso total de raíces, lo que representa 6,2 veces más de peso al cortar las flores. (Figura 2). Parece que existe una relación estrecha entre días a floración y efecto de cortar las inflorescencias. Las accesiones con mayor respuesta al desfloreo son las que tienen menos días a floración (EC536 y EC523) y las más tardías (EC114 y EC509) mostraron una menor respuesta. Lógicamente el efecto de competencia es mayor cuando la línea es más precoz.

#### *c. Asocio con yuca*

La producción de raíces de jicama para las dos accesiones evaluadas fue aproximadamente el doble en monocultivo (sin yuca) que en asocio en los ciclos de siembra (Cuadro 1). Se observó una reducción en rendimiento de raíces del primero al segundo ciclo pero la accesión EC041 fue menos afectada en comparación con la accesión EC509; probablemente, esta última accesión es más susceptible a poca luminosidad y a las diferentes condiciones ambientales del segundo ciclo (otra época de siembra). Los rendimientos de yuca con las dos accesiones evaluadas fueron muy similares.

### **Discusión-Conclusión**

Se encontraron diferencias entre accesiones para la producción de raíces totales y se presentó interacción entre accesiones con distancias para raíces de tamaño pequeño y totales, por lo que es necesario evaluar para cada accesión la distancia óptima a fin de obtener raíces de mejor tamaño y calidad.

Los rendimientos de raíces tuberosas aumentan significativamente cuando se eliminan las flores pero la respuesta es dependiente del tipo de germoplasma (accesión).

En próximas investigaciones es necesario incluir otras accesiones, evaluar épocas de siembra y estudiar otras características de la planta relacionadas con el proceso de formación de raíces tuberosas.

Los rendimientos de jicama disminuyeron significativamente cuando se cultivó en asocio con yuca; sin embargo, representa una importante alternativa económica para los sistemas de cultivo tradicionales.

El futuro desarrollo de la jicama en Costa Rica y otros países de América Central dependerán del conocimiento de la especie y del aporte integral de un paquete de manejo agronómico apropiado.

### **Literatura citada**

HEREDIA Z., A. 1985. Guía para cultivar jicama en el Bajío. Folleto para Productores No. 15. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas de el Bajío. Guanajuato. México. 11 p.

LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA. 445 p.

SAHADEVAN, N. 1987. Yam bean (*Pachyrhizus erosus*). In: Sahadevan, N., de. Green fingers. Malaysia, Sahadevan. pp. 208-209.

SINGH, K.P.; SINGH, J.R.P.; RAY, P.K. 1981. "Rajendra Mishrikanda-1" a promising yam bean. Indian Farming 31 (9): 19-21.

SINHA, R. P.; PRAKASH, R.; HAQUE, Md. F. 1977. Genotypic and phenotypic correlation studies in yam bean (*Pachyrhizus erosus*). Trop. Grain Legume Bull., 7: 24-25.

**Cuadro 1. Producción de raíces de jícama/yuca (Kg/ha) bajo el sistema de cultivo en asocio. CATIE, 1995.**

Accesión Jícama	<u>Primer ciclo</u> <sup>1/</sup>		<u>Segundo ciclo</u> <sup>1/</sup>		Yuca +Jícama (kg/ha)
	Jícama + yuca (kg/ha)	Jícama Kg/ha	Jícama + Yuca (Kg/ha)	Jícama (Kg/ha)	
EC509	17335	37247	10078	22902	18219
EC041	15645	30507	13208	28897	17861

1/ Se establecieron 2 siembras (ciclos) de jícama durante un ciclo de yuca.

## **ABSORCION DE LA RADIACION Y RENDIMIENTO DE CAUPI (*Vigna unguiculata*) Y CAMOTE (*Ipomoea batatas*) EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**Vanda G. Souza Rodrigues\***

**Marikis N. Alvarez\*\***

**Galileo Rivas-Platero\*\***

**Summary** This paper shows the efficiency in the photosynthetically active radiation (PAR) absorption and the yield behaviour cowpea and sweet potato in cropping and intercropping. The PAR absorption and the biomass/area production was superior in intercropping in both species. The cowpea yield cropping was higher than intercropping. In the sweet potato yield didn't show differences in both systems crops.

### **Introducción**

En los trópicos, una parte significativa de la población de pequeños agricultores se dedican a los sistemas de cultivos asociados, como estrategia para la intensificación del uso de la tierra y diversificación de la dieta alimenticia. La productividad de estos agroecosistemas es considerada baja, debido al inadecuado manejo de los componentes de dichos sistemas (2).

La productividad en diferentes modalidades de cultivos asociados, depende de densidad poblacional utilizada, la distribución de las plantas/área (arreglos espaciales), los cultivares y de las complejas relaciones ecológicas, principalmente la radiación fotosintéticamente absorbida y la producción de materia orgánica (1,4).

La cantidad de radiación solar recibida por una comunidad vegetal, rige los procesos fundamentales que intervienen la elaboración de la materia orgánica (3). La productividad económica de las plantas tienen una relación directa con la producción biológica, que por su vez, es consecuencia directa del proceso fotosintético a través del cual las plantas transforman la energía solar en sustancias orgánicas. En las regiones tropicales, el manejo de la radiación solar en los sistemas de cultivos puede incrementar la productividad de las especies componentes de los sistemas y con esto contribuir al bienestar de los pequeños agricultores y sus familias.

Este trabajo evalúa la eficiencia energética, el rendimiento biológico y económico del caupí y camote en dos sistemas de cultivo.

### **Materiales y métodos**

**Ubicación del experimento.** El ensayo se instaló en la finca experimental "La Montaña" del Centro Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica.

**Diseño experimental.** Las parcelas experimentales se ubicaron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, en arreglo factorial 5 x 2.

**Sistemas de cultivo.** Las plantas de caupí y camote fueron cultivadas en monocultivo y en asociación, en los espaciamientos de 0.50 x 0.50 m (40000 plantas/ha) y 0.50 x 0.30 m (67000 plantas/ha). Los arreglos de hileras en las asociaciones fueron establecidas así: caupí y camote en la misma hilera, caupí y camote en hileras alternadas, una hilera de caupí, con dos de camote.

**Rendimiento.** Los pesos secos para la determinación del rendimiento biológico, fueron obtenidos cosechándose hojas, tallos, vainas y granos/fechas de muestreo y secándolas en estufa, a 70° C hasta peso constante. Para rendimiento económico, se tomó el peso seco de granos de caupí con 14% de humedad, y se convirtió a kg/ha, en el camote se midieron la producción de tubérculos comercializable y la producción obtenida se convirtió en ton/ha (60% de humedad). Los muestreos para caupí se realizaron a los 35, 46,65 y 95 días después de la siembra (dds) y para el camote a los 35, 65, 95 y 125 dds.

**Radiación.** La radiación absorbida por los sistemas de cultivo fue calculada a partir del balance de radiación en cada tratamiento; medido a través de un ceptómetro Delta-Deviles<sup>TM</sup>. Se hicieron cuatro determinaciones de balance de radiación, incluyendo el momento de máxima biomasa. La energía contenida en la biomasa fue calculada a partir del calor de combustión de la materia seca. El índice de eficiencia energética fue determinada a través de la fórmula sugerida por (3)

## Resultados y Discusión

**Eficiencia energética.** En los sistemas asociados, la eficiencia en la absorción de la radiación fotosintéticamente activa total, durante el ciclo de los cultivos, y la inversión en producción de biomasa total, fue superior a los monocultivos. La utilización de diferentes prácticas de manejo, a través del arreglo y densidad de las plantas para mejor aprovechamiento del recurso luz, influyó la eficiencia de conversión de radiación en materia seca, entre las asociaciones.

**Rendimiento biológico y económico.** El rendimiento de los componentes biológicos de caupí y camote, durante sus ciclos de cultivos, fue afectado por la influencia de los arreglos de hileras y las densidades de siembra. En caupí las distribuciones de las estructuras vegetativas, a nivel de estadios de crecimiento de las plantas, variaron en cantidad y distribución con los arreglos de hileras y los niveles de densidades poblacionales. Los sistemas con densidad de 40000 plantas/ha, presentaron siempre valores superiores a los de 67000 plantas/ha en todos los tratamientos. Los efectos de la competencia interespecífica se observaron en el incremento y la producción máxima de biomasa/área en los sistemas de cultivos, al compararlos con los monocultivos. El sistema donde el caupí estuvo asociado en hileras alternadas, presentó menor reducción en biomasa (10.6%) en relación al monocultivo.

En el camote, debido a que no se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para el rendimiento máximo de biomasa entre los tratamientos, se consideró que tanto los monocultivos como los sistemas asociados, presentaron tendencias de incremento de biomasa similares.

El proceso combinado de tuberización y producción de guías en los sistemas y en las densidades de siembra, mostró un aumento en el rendimiento de guías muy rápido hasta los 65 dds, período de intenso crecimiento de las guías y de raíces absorbentes. A partir de esta fase se inició la formación de raíces tuberosas, pero el crecimiento de guías continuó a ritmo más lento, alcanzando valores máximos a los 125 dds, momento en que los tubérculos ya se encontraban en punto de cosecha.

El valor máximo de producción de guías y tubérculos correspondió al sistema en que la asociación fue establecida por una hilera de caupí y dos de camote y a 0.50x0.50 m de distancia entre plantas ( $648.3 \text{ g/m}^2$  y  $1156 \text{ g/m}^2$  respectivamente).

El rendimiento de caupí en los sistemas monocultivos, en las dos densidades, superaron a los sistemas asociados ( $p < 0.05$ ). Esta reducción de rendimiento de caupí en asociación puede ser atribuido a la fuerte competencia que ejerce el camote sobre el caupí. Los menores rendimientos en granos entre los sistemas asociados, ocurrieron cuando se sembraron los socios en una hilera con dos de camote (218 kg/ha y 159 kg/ha a 0.50x0.50 m y 0.30x0.50 m, respectivamente).

El comportamiento del rendimiento de tubérculos, al contrario de caupí, no fue afectado por la presencia de esta especie en los sistemas experimentados. Las asociaciones mostraron pequeños decrementos de producción en relación a los monocultivos, y prácticamente no ocurrió diferencias provocadas por las distintas poblaciones.

### **Referencias**

1. ALVIM, P.de T. 1970. Los factores de la producción agrícola. IICA. Turrialba, Costa Rica. 20 p.
2. FLESCH, R. D. 1988. Consórcio en la regio sul. In: Cultivo do feijoeiro. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosforo (POTAFOS). Piracicaba, Brasil. p 397- 414.
3. JIMENEZ, F. O. 1993. Radiación solar y producción. CATIE. Turrialba, Costa Rica. (mimeografiado) s.p.
4. MELO, J.N., LIMA, A. y MAFRA, R. G. 1988. Consórcio en la regio sul. In: Cultivo do feijoeiro. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosforo (POTAFOS). Piracicaba, Brasil. p :439-453.

## AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PATÓGENOS EN BANANO, MAÍZ, PLÁTANO Y TOMATE.

E. Bustamante, R. González, V. Sánchez, L. Rodríguez, S. Danielsen, J. Miranda, C. Ruiz, H. González, P. Shannon, J. Saunders, A. Gamboa, M. Cervantes, W. Bermúdez. Unidad de Fitoprotección, Área de Cultivos Tropicales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

### Antecedentes

El Proyecto MIP inició hace seis años actividades en el control biológico de patógenos de la raíz (*Rhizoctonia solani*) y del follaje (*Alternaria solani*) que atacan el cultivo del tomate. Sin embargo, en los dos últimos años la unidad de fitoprotección amplió a musáceas (banano y plátano) y maíz, los hospedantes sobre los cuales se estudia la eficacia de microorganismos benéficos en el control de *Mycosphaerella fijiensis* y *Fusarium moniliforme*, respectivamente. Además, se extendió la investigación en tomate a *Phytophthora infestans*, patógeno con posibilidad de control biológico.

Los mecanismos más utilizados por los microorganismos en el control biológico de patógenos son: la **antibiosis**, en el cual un microorganismo produce sustancias que inhiben o destruyen otro microorganismo; y la **competencia**, en donde dos o más microorganismos demandan recursos alimenticios o espacio, lo que provoca que algunos elementos importantes para el patógeno puedan escasear, como en el caso del nitrógeno o el hierro.

Aparte de los mecanismos anteriores, en los últimos años se ha dado gran importancia al uso de rizobacterias capaces de inducir resistencia sistémica en la planta y en algunos casos también promover un mejor desarrollo de la misma.

Las estrategias para el uso del control biológico se dan de dos maneras: a) en forma inundativa, utilizando al microorganismo antagonista como se usa un fungicida, y b) colocando un sustrato en la filosfera o rizosfera que permita la multiplicación de los antagonistas deseados. Por razones económicas y de conservación de la biodiversidad de los antagonistas, el segundo procedimiento sería el más apropiado.

El objetivo de la investigación desarrollada en los dos últimos años ha sido la búsqueda de microorganismos que puedan utilizar alguno de los mecanismos en el control biológico de patógenos a nivel de campo, como una alternativa práctica al uso excesivo de plaguicidas en el caso de banano, plátano y tomate. Además, disminuir la presencia de fumonisinas en el caso del maíz.

### Metodologías

En la búsqueda de microorganismos antagonistas se han utilizado varios criterios. En banano y plátano se han seleccionado plantas con baja y alta incidencia de sigatoka negra, bajo condiciones de aspersión regular de fungicidas. En el caso de tomate, se seleccionaron hojas y raíces de cultivares comerciales y plantas silvestres. El aislamiento en maíz se hizo de la parte interna del grano.

En los primeros, se seleccionaron microorganismos con habilidad para producir quitinasa y celulasa. En maíz se buscaron hongos con posibilidades de antagonismo.

Los microorganismos aislados de banano y tomate se probaron en hojas desprendidas o porciones de estas por su antagonismo a *M. fijiensis* y *P. infestans*. En pruebas posteriores se analizó la eficacia de los antagonistas a nivel de casa de mallas y campo, en condiciones de inoculación natural de los patógenos.

Los antagonistas más eficaces se identificaron y se han estudiado sus características de compatibilidad con plaguicidas y surfactantes. Además se buscaron los medios más apropiados para su multiplicación y aplicación en campo.

Un estudio sobre sustratos, aplicados al área foliar para incrementar los antagonistas en forma natural, se realizó en condiciones de laboratorio y campo.

La aplicación de rizobacterias en banano y tomate se hizo en condiciones de casa de mallas.

En maíz se realizó un estudio de la presencia de fumonisinas utilizando el método ELISA.

## **Resultados**

En tomate se dispone de aislamientos de hongos y bacterias muy eficaces como antagonistas en hoja desprendida y plántulas; sin embargo estos microorganismos pierden gran parte de su capacidad en condiciones de campo. Los estudios sobre incremento de la persistencia del antagonista en la filosfera o las posibilidades de identificar rizobacterias eficaces que puedan inducir resistencia sistémica es el paso a seguir en las investigaciones futuras.

En maíz se obtuvieron varios hongos, los cuales se probarán como antagonistas a *F. moniliforme*.

El nivel de fumonisinas en las 34 muestras de grano de maíz examinadas varió entre 3.9 y 15.232 ppb.

En banano los resultados iniciales a nivel de laboratorio, casa de mallas y campo, indican la eficacia de *Bacillus cereus* y *Serratia marcescens* en el control de *M. fijiensis*. Los resultados de campo no presentaron diferencias significativas entre el control por fungicidas y el dado por estos microorganismos en condiciones de alta presión de inóculo. Los microorganismos fueron aplicados sin el uso de adherentes. La multiplicación más eficiente se obtuvo en caldo nutritivo. Una aplicación de *S. marcescens* a una dosis de  $10^7$  ufc/ml indicó la permanencia de este microorganismo por más de 15 días en concentraciones superiores a  $10^5$  ufc/ml.

Los resultados en condiciones de bajo nivel de inóculo indican igualmente la eficacia de los microorganismos utilizados así como la de los sustratos para su multiplicación natural.

## AVANCES EN EL MANEJO DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN CULTIVOS DE GRANOS BÁSICOS.

### 1. Manejo de *Echinochloa colona* resistente a propanil en arroz.

B. E. Valverde, I. Garita, E. Vargas, L. Chaves y L. A. Chacón.

**Summary:** Junglerice (*Echinochloa colona*) is a major grass weed in rice in Latin America. Populations of this weed evolved resistance to propanil, the main rice herbicide in the market. A survey in Central America indicated that propanil resistance is fairly common and identified populations being up to 70 times more resistant to the herbicide than the control (susceptible) population, depending on local growing conditions and herbicide selection pressure. In Costa Rica, populations resistant to the alternative herbicide fenoxaprop-ethyl also were found. Resistance is related to increased herbicide metabolism in resistant plants but can be overcome by adding the synergists piperophos or anilofos to propanil. Other practices to manage resistant populations include elimination of the first junglerice generation before rice planting with a non-selective herbicide such as glyphosate and a suitable in-crop selection of chemical control. Most seed on the soil surface decays rapidly and under field conditions junglerice germinates three times during the cropping season.

*Echinochloa colona* es la principal maleza gramínea en arroz en los trópicos. En 1991 se informó por primera vez la existencia de poblaciones de esta maleza resistentes a propanil en Costa Rica (Garro *et al.*, 1991). Desde entonces, los reclamos de pérdida de eficacia de este herbicida han aumentado, extendiéndose a varios países latinoamericanos (Fischer *et al.*, 1993). En años recientes se han realizado investigaciones para determinar la distribución de poblaciones de *E. colona* resistentes a propanil en Centroamérica, el mecanismo de resistencia y el manejo de esta maleza en el cultivo del arroz.

#### Diagnóstico de la resistencia a propanil en Centroamérica

En los últimos tres años, se recolectaron muestras de semillas de poblaciones de *E. colona* en todos los países centroamericanos. La respuesta a propanil de estas poblaciones se verificó mediante bioanálisis de invernadero en los cuales se trataron plantas con dosis crecientes del herbicida. Se han analizado 22 muestras de Costa Rica, 23 de El Salvador, 6 de Guatemala, 24 de Nicaragua y 15 de Panamá. Un 90% de las poblaciones de Costa Rica estudiadas presentan algún tipo de resistencia al propanil. También se han identificado poblaciones resistentes provenientes de Nicaragua (61 % de las muestras), donde se detectaron los niveles más altos de resistencia, Panamá (50 %) y El Salvador (18 %). La mayoría de las poblaciones recolectadas en Guatemala resultaron susceptibles al propanil. En general, se observó una relación entre el historial de siembra de arroz y uso de propanil y el grado de resistencia de las poblaciones. Sin embargo, algunas de las prácticas de manejo de malezas en fincas específicas aparentemente han retrasado la evolución de resistencia aún después de muchos años de monocultivo de arroz.

En el diagnóstico de resistencia a propanil en la región centroamericana, también se determinó que existe el potencial de que *E. colona* evolucione resistencia a herbicidas alternativos empleados en arroz. En Costa Rica, por ejemplo, se encontraron poblaciones resistentes a propanil que también evolucionaron resistencia al herbicida fenoxaprop-etilo (Caseley *et al.*, 1995).

#### Mecanismo de resistencia a propanil

El mecanismo bioquímico y fisiológico de resistencia al propanil se identificó como la capacidad de la maleza a metabolizar el propanil de la misma manera que lo hace el arroz para evitar la toxicidad del herbicida (Leah *et al.*, 1994 and 1995). Estos estudios se realizaron en la Estación Experimental de Long Ashton, Inglaterra, con colaboración del CATIE.

### Opciones de manejo de *E. colona* resistente a propanil en arroz

En 1994 y 1995 se iniciaron experimentos de campo de dos años de duración en el Pacífico Central de Costa Rica con el fin de evaluar el efecto de diferentes tácticas de manejo, sobre la incidencia de la *E. colona* en arroz de secano. Los tratamientos evaluados incluyeron la incorporación del rastrojo y la eliminación de la primera generación de *E. colona* mediante la aplicación en presiembra de glifosato. También se evaluó el control químico dentro del cultivo mediante dos aplicaciones postemergentes de propanil (3,84 kg/ha) y una de fenoxaprop-p-etilo (45 g/ha) en postemergencia tardía o la sustitución del propanil por una aplicación de pendimetalina (1,5 kg/ha en pos-temprana) seguida de otra de fenoxaprop-p-etilo (45 g/ha) en postemergencia tardía.

La incorporación del rastrojo del arroz no tuvo efecto sobre la densidad de la *E. colona* presente en el siguiente ciclo de cultivo. La eliminación de la primera generación de esta maleza con el glifosato fue la práctica más eficaz en reducir su densidad, aunque para esto fue necesario retrasar la siembra. La combinación del glifosato en presiembra con la aplicación de pendimetalina en postemergencia temprana fue el tratamiento que resultó en el rendimiento más alto. Por otra parte, el tratamiento convencional de dos aplicaciones de propanil y una de fenoxaprop-p-etilo llevó a rendimientos inferiores, debido a que permitió una infestación más alta de la maleza. En el segundo año, previo a la siembra del arroz, las parcelas tratadas el año anterior con glifosato estaban menos infestadas con *E. colona* que las manejadas convencionalmente.

### Estudio de la longevidad de la semilla en el suelo

En vista de la relevancia que tiene la población de semillas de *E. colona* en el suelo para su posterior manejo en el cultivo del arroz, se realizó un estudio de longevidad de semillas como parte de la tesis de maestría de L. Chaves. Para este propósito, se enterraron bolsas de polipropileno con 100 semillas de *E. colona* en diciembre de 1994 a 0, 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad en un suelo arcilloso dedicado al cultivo de arroz en la finca MAGUAMA ubicada en Monte Sierpe, Parrita, Puntarenas. Las semillas se exhumaron a intervalos regulares de 30 días y se determinó su viabilidad. Los resultados obtenidos después de nueve evaluaciones indican que las semillas colocadas sobre la superficie del suelo pierden su viabilidad durante los primeros cuatro meses. No se ha observado diferencia entre las semillas de las otras profundidades, las cuales conservan en promedio de un 30 a 45 % de viabilidad. En forma complementaria, en evaluaciones de campo, se verificó que *E. colona* normalmente germina masivamente en tres oportunidades después de iniciadas las lluvias.

### Literatura citada

- CASELEY, J. C., C. R. RICHES, B. E. VALVERDE AND V. M. DOWN. 1995. Resistance of *Echinochloa colona* (L.) Link to ACCase inhibiting herbicides. In: *Proceedings International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides*, Cordoba, Spain, p.42.
- FISCHER, A., E. GRANADOS AND D. TRUJILLO. 1993. Propanil resistance in populations of Junglerice (*Echinochloa colona*) in Colombia rice fields. *Weed Science* 41:201-206.
- GARRO, J.E., R. DE LA CRUZ AND P. J. SHANNON. 1991. Propanil resistance in *Echinochloa colona* populations with different herbicide use histories. In Brighton Crop Protection Conference- Weeds (1991, Brighton, England) [Proceedings]. British Crop Protection Council, vol 3, p. 1079-1083.
- LEAH, J.M., J. C. CASELEY, C. R. RICHES AND B. E. VALVERDE. 1995. Age-related mechanisms of propanil tolerance in Jungle-Rice, *Echinochloa colona*. *Pesticide Science* 43:347-354.
- LEAH, J.M., J. C. CASELEY, C. R. RICHES AND B. E. VALVERDE. 1994. Association between elevated activity of aryl acylamidase and propanil resistance in Jungle-rice, *Echinochloa colona*. *Pesticide Science* 42:281-289.

## AVANCES EN EL MANEJO DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN CULTIVOS DE GRANOS BÁSICOS.

### 2. Manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en maíz.

A. Merayo, B. E. Valverde, C. E. Rojas, G. Calvo, E. Umaña y T. Alvarez

**Summary:** The main achievements of four years of research on biology and control of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) in maize in Guanacaste, Costa Rica, are presented. Itchgrass has a short-term soil seed-bank allowing in-crop and fallow management practices to substantially reduce field populations within a few years. Maize growers widely recognize the importance of this weed and the negative impacts it has on maize production. Itchgrass can reduce maize yields more than 50%, especially if present at high densities during the critical period of crop interference which lasts until 45 to 60 days after planting. Based on research reported here, integrated management of itchgrass can be successful and is being validated and implemented by farmers.

*Rottboellia cochinchinensis*, conocida como caminadora, zacate cholo y zacate indio, es una gramínea anual muy agresiva considerada entre las principales malezas de la región centroamericana, especialmente por su capacidad de competencia con cultivos como maíz, arroz de secano, frijol, sorgo y caña de azúcar. Se propaga por semillas que pueden permanecer latentes en el suelo por algún tiempo, facilitando las infestaciones tardías aun en los campos donde hubo buen control en las fases iniciales de establecimiento del cultivo. Tiene un crecimiento muy vigoroso y compite fuertemente con los cultivos a que se asocia. A pesar de los esfuerzos de los agricultores por controlarla, esta maleza causa grandes pérdidas en sus cultivos, limitando las áreas de siembra de medianos y pequeños agricultores.

En un diagnóstico sobre la problemática de esta maleza realizado en Guanacaste y en la zona Atlántica de Costa Rica, todos los agricultores entrevistados perciben a *R. cochinchinensis* como un serio problema, ya que consideran que el manejo de esta maleza es más difícil que el de otras especies asociadas con el maíz. Los agricultores están concientes de que la maleza aumenta los costos de producción por la necesidad de chapeas frecuentes y el uso de herbicidas, causa reducciones de rendimiento e interfiere con las labores de cosecha.

Varios estudios realizados con esta maleza en la provincia de Guanacaste se orientaron a buscar opciones de manejo en el cultivo de maíz que permitieran controlar y a la vez recuperar terrenos agrícolas de medianos y pequeños agricultores altamente infestados con esta maleza.

#### Longevidad de la semilla de *R. cochinchinensis*

El éxito de sobrevivencia de las malezas además de la producción y la diseminación de sus semillas depende también de su latencia debido a que las mantiene viables hasta encontrar condiciones óptimas para germinar y lograr establecerse.

Un experimento realizado en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, demostró que de la semilla de *R. cochinchinensis* que se mantiene en la superficie del suelo, el 57% pierde su viabilidad en el término de 18 meses. De las semillas enterradas hasta 20 cm de profundidad durante ese período, sólo 9.67% se mantuvo viable, lo que demuestra que el banco de semillas de *R. cochinchinensis* en el suelo es de corta vida. Las implicaciones para el manejo estriban en que si se logra agotar este banco de semillas y se evita la producción de nueva semilla, las poblaciones pueden reducirse sustancialmente.

#### Interacción entre *R. cochinchinensis* y el maíz.

La caminadora puede infestar el cultivo de maíz desde su germinación hasta la cosecha, por eso es necesario conocer hasta que etapa el cultivo debe permanecer libre de la competencia de esta maleza para que no afecte su rendimiento. Mediante dos estudios de época crítica de interferencia, se determinó que *R. cochinchinensis* reduce sustancialmente el rendimiento del maíz cuando se asocia con él desde la siembra hasta los 45 y 60 días de edad, provocando disminuciones de hasta el 54%.

### **Manejo integrado de *R. cochinchinensis***

Varias prácticas de manejo de la caminadora en maíz se han investigado. Entre ellas se destacan la labranza convencional y cero labranza, opciones de control químico y diferentes prácticas de barbecho. También se ha dado especial énfasis a la búsqueda y evaluación de coberturas vivas para la supresión de esta maleza.

Los resultados obtenidos permiten proponer un sistema integrado de manejo de *R. cochinchinensis* basado en la combinación de cero labranza, control químico con un herbicida preemergente como pendimetalina y control físico o químico en el periodo de barbecho. El manejo se puede mejorar con la siembra de leguminosas de cobertura para la supresión de la maleza en el ciclo del cultivo de maíz. Para tal efecto se evaluaron varias especies como *Dolichos lablab*, *Mucuna* sp., *Canavalia ensiformis*, *Pueraria phaseoloides* y *Vigna unguiculata*. Los mejores resultados se obtuvieron con *Mucuna* sp., la cual cubre el suelo rápidamente y suprime eficazmente el crecimiento de la caminadora. En la etapa de barbecho, *Mucuna* sp. también ejerce ambos efectos y logra reducir aun más la población remanente de la maleza. Sin embargo, al menos en un estudio, se encontró que *Mucuna* sp. podía tener efectos negativos (reducción del rendimiento) en maíz, por lo que la conveniencia de asociar esta cobertura con el cultivo debe evaluarse más rigurosamente considerando las posibles reducciones de rendimiento, los beneficios adicionales de la cobertura y el costo de tratamientos opcionales.

### **Validación y transferencia**

En 1995 se establecieron parcelas de 1000 m<sup>2</sup> en promedio en fincas de agricultores de maíz-maíz y maíz-frijol en varias zonas de Guanacaste (Corralillo de Nicoya, Palmira de Carrillo y Arado de Santa Cruz) para validar las prácticas agrícolas más prometedoras en el manejo integrado de *R. cochinchinensis*: labranza cero, leguminosas de cobertura (*Mucuna* sp.), aplicación de herbicidas preemergentes durante el primer ciclo de cultivo para controlar las altas poblaciones iniciales de la maleza y manejo del barbecho permitiendo el crecimiento de la *Mucuna* sembrada con el cultivo de maíz después de la cosecha.

## LOGROS EN EL MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO *Bemisia tabaci*-GEMINIVIRUS EN TOMATE, MEDIANTE PRACTICAS AGRICOLAS

**Luko Hilje y Douglas Cubillo. Unidad de Fitoprotección.**

**Summary:** The main achievements from research on cultural practices aimed at managing the *B. tabaci*-geminiviruses complex in poled tomatoes (var. Hayslip), are presented. They include the production of 30-day old, virus-free, and inexpensive seedlings, in newspaper cups placed inside seedbeds covered with fine nets; the attainment of good yields (close to 22 t/ha), by means of either inert (silver plastic) or living soil covers ("cinquillo", *Drymaria cordata*); and the reduction of tomato yellow mosaic damage in virus-infected plants, through soil fertilization, with high levels of phosphorus. These results are being validated in small and middle-sized farmers's fields to assess their feasibility, economic cost, and adoption potential.

### Introducción

Los geminivirus transmitidos por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) han causado una grave crisis fitosanitaria en América Central. El cultivo del tomate ha sido seriamente afectado, forzando a muchos agricultores incluso a abandonar sus tierras. El combate de *B. tabaci* como vector, con insecticidas, no es una solución viable al problema, debido a la capacidad destructiva de dichos virus y a la gran eficiencia del vector. Bastan densidades muy bajas de éste (menores de 2 adultos/ planta, en promedio), para que haya infección de todas las plantas en una parcela. A veces las pérdidas pueden ser totales.

En la búsqueda de opciones para el manejo integrado del complejo *B. tabaci*-geminivirus en el tomate, las prácticas agrícolas ofrecen un potencial importante. El esquema propuesto (Hilje 1993) consiste en retardar la infección de las plantas, al evitar el contacto entre el vector y la planta durante el período crítico del tomate a los geminivirus; el cultivo es más susceptible a ellos durante los primeros 60 días desde la siembra. Esto podría lograrse mediante prácticas agrícolas, como complemento de otras tácticas de manejo.

Actualmente, en Costa Rica el CATIE desarrolla investigación bajo dicho esquema, para buscar tecnologías funcionales y baratas, que sean utilizables por pequeños y medianos agricultores. Los resultados promisorios de la investigación formal, tanto del invernadero como del campo, se validan en parcelas comerciales, para valorar su potencial de adopción por parte de aquéllos.

Los principales logros hasta ahora son tres: 1) producción de plántulas sin virus, en cartuchos de papel periódico dentro de almácigos cubiertos con mallas finas; 2) obtención de buenas cosechas mediante coberturas inertes y vivas al suelo; y 3) disminución del impacto del mosaico amarillo del tomate, mediante la fertilización al suelo de las plantas infectadas con virus.

**Producción de plántulas sin virus.** Se trabajó con tomate de mesa, var. Hayslip, en el CATIE, Turrialba (640 msnm, 22°C y 2479 mm) (Cubillo *et al.* 1994). Se evaluaron tres tipos de recipientes (bandejas Tray Masters Nos. 51 y 72, y cartuchos de papel), colocados dentro de túneles cubiertos con mallas finas (Agronet-S, Agryl, Biorete 20/10 y nylon comercial). Hasta los 30 días después de la siembra, éstas no perjudicaron el desarrollo de las plántulas cubiertas, que igualaron al testigo en altura, longitud radicular, grosor del tallo, y pesos fresco y seco de follaje y raíz.

Con los tres recipientes se obtuvieron plántulas sanas y de buena calidad agronómica, pero los valores de esas variables siempre fueron superiores en los cartuchos. Esta es la opción más barata para los agricultores. Su combinación con la malla Biorete 20/10 costaría \$ 457/ha, mientras que el primer mes por siembra directa cuesta unos \$ 1200/ha. Además de que las plántulas no portan virus, la malla es reutilizable por varias temporadas, lo que disminuye los costos.

**Coberturas al suelo.** Se evaluaron a partir de los 30 días después del trasplante (ddt). Se trabajó con la var. Hayslip, en Guayabo, Turrialba (840 msnm, 21°C y 2763 mm) (Blanco y Hilje 1995). El almácigo se hizo en bandejas plásticas Tray Masters No. 72, cubiertas con la malla Agronet-S. Se utilizó una parcela comercial de caféto podado, donde se

establecieron, en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, los siguientes tratamientos: plástico coextruido plateado/negro (Olefinas S.A., Guatemala), plástico verde oscuro (comercial), malezas espontáneas, mucuna (*Stylobium deeringianum*, Leguminosae), cinquillo (*Drymaria cordata*, Caryophyllaceae) y el testigo (suelo descubierto). Las coberturas se retiraron a los 29 ddt. No se aplicaron insecticidas.

Todas las coberturas, excepto el plástico verde, disminuyeron la abundancia de adultos de *B. tabaci* y la incidencia de virosis, con respecto al testigo. Esta alcanzó el 64% al final de la temporada del cultivo, mientras que en los otros tratamientos, excepto el plástico verde (84%), varió entre 26-37%. Los rendimientos no se pudieron calcular, debido a un ataque severo de maya (*Pseudomonas solanacearum*).

Posteriormente, en campos de agricultores se establecieron experimentos con dos de las coberturas más promisorias (plástico plateado y cinquillo). Se compararon individualmente con un testigo, en parcelas más grandes (400-650 m<sup>2</sup>), separadas por una barrera de maíz. No se aplicaron insecticidas. Ambas coberturas redujeron sustancialmente la abundancia de *B. tabaci* y la incidencia de virosis. En el plástico plateado, ésta fue de 16% al final de la temporada del cultivo, con rendimiento cercano a 22 t/ha (16 t/ha de 1a. calidad), mientras que en el testigo dichos valores correspondieron a 100% y 11 t/ha (8,5 t/ha de 1a. calidad), respectivamente. Los costos por hectárea (insumos y mano de obra) fueron de \$ 657 en el plástico y \$ 23,9 en el testigo; los beneficios brutos fueron \$ 23321 y \$ 12222, respectivamente. Los beneficios netos fueron \$ 10681/ha mayores en el plástico. En el cinquillo (experimento en cosecha), hasta los 82 ddt la incidencia era de 39% y de 100% en el testigo.

**Fertilización al suelo.** Se trabajó con la var. Hayslip, en el invernadero, en el CATIE, Turrialba (Padilla, inédito). El almácigo se hizo en cartuchos de papel, cubiertos con malla Agronet-S. Se trasplantó a los 30 días después de la germinación (ddg), a macetas de 27 X 25 cm. en el invernadero. Las plántulas fueron inoculadas con geminivirus 1 día después del trasplante (ddt), mediante adultos de *B. tabaci* virulíferos. Se evaluaron, durante los 60 ddt, dos dosis de nitrógeno (400 y 1200 kg/ha), dos de fósforo (600 y 1800 kg/ha) y dos de potasio (300 y 900 kg/ha), en varias combinaciones, aplicadas según la curva de absorción del tomate. Las fuentes de nutrimentos fueron urea (46% N), superfosfato triple (46% P) y KCl (60% K<sub>2</sub>O). Se aportaron microelementos mediante aplicaciones convencionales de abonos foliares. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, con ocho tratamientos inoculados con virus y ocho sin inocular; hubo cuatro repeticiones. La unidad experimental fueron cuatro macetas por tratamiento.

Los rendimientos variaron entre 743 y 1123.81 g/planta. Los testigos (tratamientos sin inocular) no funcionaron como tales, ya que hubo inoculación accidental, a pesar del uso de insecticidas para excluir al vector. Sobresalieron dos tratamientos: 400-1800-300 y 400-1800-900 (N-P-K), con de 1123,81 y 1161.90 g/planta (24.7 y 25,5 t/ha, respectivamente). Puesto que el tratamiento normal es 400-600-300 (N-P-K), es evidente el papel del fósforo en atenuar el efecto de los geminivirus. Actualmente se están analizando otros datos (concentración de ADN viral y de nutrimentos en el follaje, biomasa y altura), que permitirán entender mejor el papel de la fertilización al suelo. No obstante, es claro que mediante ésta es posible atenuar el impacto del mosaico amarillo del tomate.

**Síntesis.** Aunque estos datos son aún preliminares, revelan que algunas prácticas agrícolas son potencialmente útiles. Su combinación, dentro de la noción del manejo integrado del complejo *B. tabaci*-geminivirus, podría tener un efecto aditivo o sinérgico. Su funcionalidad, así como su costo económico, se validarán durante 1996 en parcelas de agricultores, posiblemente en Guayabo y Grecia (Alajuela). Asimismo, dentro de ese proceso se valorará su potencial de adopción por parte de pequeños y medianos agricultores.

**Agradecimientos.** A los estudiantes Jorge Blanco y Mario R. Padilla, cuyos datos de tesis se citan aquí. A los asistentes de campo, Guido Sanabria y Alfonso Chacón. A los agricultores colaboradores, de Guayabo (Carlos Solano, y los hermanos Aurelio, Francisco y Ramón Luis Marín). A Manuel Zamora, su ayuda en el campo. A Nelson Kopper, José Luis Campos, Luis Segura, Luis Barrantes, Mario Saborio y Rodolfo Morales, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), sus valiosas ideas.

**Literatura citada**

BLANCO, J.; HILJE, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 35: 1-10.

CUBILLO, D.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 34: 23-27.

HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo de integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29: 53-60.

## ACHIEVEMENTS FOR MANAGING THE *Bemisia tabaci*-GEMINIVIRUSES COMPLEX IN TOMATOES, THROUGH CULTURAL PRACTICES

Luko Hilje y Douglas Cubillo. Plant Protection Unit.

**Resumen:** Se presentan los principales logros de la investigación sobre prácticas agrícolas, orientada al manejo del complejo *B. tabaci*-geminivirus, para tomate de mesa (var. Hayslip). Estos incluyen la producción de plántulas de 30 días de edad, sin virus, y de bajo costo, en cartuchos de papel periódico colocados dentro de almácigos cubiertos con malla fina; la obtención de buenas cosechas (cerca de 22 t/ha), mediante coberturas tanto inertes (plástico plateado) como vivas ("cinquillo", *Drymaria cordata*); y la reducción del daño del mosaico amarillo del tomate en plantas infectadas con virus, mediante fertilización al suelo, con altos niveles de fósforo. Estos resultados se están validando en campos de pequeños y medianos agricultores, para valorar su factibilidad, costo económico, y el potencial de adopción.

### Introduction

Geminiviruses transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) have caused an agricultural crisis in Central America. Tomatoes have been severely affected, which has forced many farmers even to abandon their plots. Control of *B. tabaci* as a vector by means of insecticides is not a solution to the problem, due to the great destructiveness of the viruses involved, as well as the vector's high efficiency. Minimum vector densities (below 2 adults/ plant, on the average), commonly cause 100% infection in tomato fields. Sometimes, there can be total losses.

Cultural practices offer a great potential in the search for alternatives to design integrated management approaches for the *B. tabaci*-geminiviruses complex in tomatoes. Hilje (1993) proposed a scheme which consists of delaying plant infection by avoiding contact between the vector and the plant during the **critical period** of tomatoes to geminiviruses; the crop is more susceptible to them during the first 60 days after sowing. This could be achieved through cultural practices, either alone or complementing other management tactics.

In Costa Rica, CATIE is currently engaged in developing research within such a scheme, to devise functional and inexpensive technologies tailored to small and middle-size farmers' needs. Promissory results from formal research, both in the greenhouse and the field, are validated in commercial plots, to assess their potential for adoption by farmers.

So far, there have been three main achievements: 1) production of virus-free seedlings, in newspaper cups placed inside seedbeds covered with fine nets; 2) attainment of good yields, by means of inert and living soil covers; and 3) reduction of tomato yellow mosaic damage in virus-infected plants, through soil fertilization.

**Production of virus-free seedlings.** Seedbeds for poled tomatoes, var. Hayslip, were tested at CATIE, Turrialba, Costa Rica (640 masl, 22°C y 2479 mm) (Cubillo *et al.* 1994). Three types of containers (Tray Masters Nos. 51 y 72 trays, and newspaper cups), placed inside tunnels covered with fine nets (Agronet-S, Agryl, Biorete 20/10, and commercial nylon) were evaluated. Up to 30 days after sowing, they did not harm the development of covered seedlings, which did not vary from the control in height, root length, stem thickness, and fresh and dry weights of foliage and roots.

All containers gave rise to virus-free and high-agronomic quality seedlings, but those from newspaper cups were always superior. This is the least expensive alternative for growers. Its combination with the Biorete 20/10 net would cost \$ 457/ha, while the first month by direct sowing costs approximately \$ 1200/ha. Besides, seedlings are virus-free, and the net can be reutilized several times, which decreases costs.

**Soil covers.** These were evaluated for the first 30 days after transplanting (dat). Poled tomatoes, var. Hayslip, were tested at Guayabo, Turrialba (840 masl, 21°C and 2763 mm) (Blanco & Hilje 1995). Seedbeds were raised on plastic trays (Tray Masters No. 72), covered with Agronet-S net. The experiment was set up in a recently pruned commercial coffee plot. A randomized complete block design with four replications was used, involving the following treatments: silver/black plastic (Olefinas S.A., Guatemala), dark green plastic (commercial), spontaneous weeds, "mucuna" (*Stylobium deeringianum*, Leguminosae), "cinquillo" (*Drymaria cordata*, Caryophyllaceae), and a control (bare soil). They were removed 30 dat. No insecticides were applied.

All covers, except green plastic, reduced adult abundance and delayed the incidence of virosis, with respect to the control. Incidence reached 64% by the end of the tomato season, while in the other treatments, except green plastic (84%), it ranged from 26-37%. Yield measurement was not possible, due to a severe attack by *Pseudomonas solanacearum*.

Afterwards, experiments involving two of the most promissory covers (silver plastic and "cinquillo") were set up in farmers' fields. They were individually compared with a control, in large plots (400-650 m<sup>2</sup>), separated by a corn barrier. No insecticides were applied. Both covers substantially reduced *B. tabaci* abundance, as well as virus incidence. With silver plastic, the latter reached 16% by the end of the season, with yields close to 22 t/ha (16 t/ha in the 1st. class), while those values were 100% and 11 t/ha (8.5 t/ha in the 1st. class), respectively, in the control. Production costs per hectare (inputs and labor) were \$ 657 with plastic and \$ 23.9 in the control. gross benefits were \$ 23321 and \$ 12222, respectively. Net benefits were \$ 10681/ha higher with plastic. In the "cinquillo" experiment (being harvested), incidence was 39% up to 82 dat, while it reached 100% in the control.

**Soil fertilization.** The experiment was set up at CATIE, Turrialba (Padilla, unpublished). Seedbeds of var. Hayslip were raised in the field, in newspaper cups covered with Agronet-S net. Transplants were individually placed in 27 X 25 cm pots in the greenhouse, 30 days after emergence (dac). Seedlings were inoculated with geminiviruses 1 day after transplanting (dat), by means of *B. tabaci* viruliferous adults. Several combinations of two doses of each nitrogen (400 and 1200 kg/ha), phosphorus (600 and 1800 kg/ha), and potassium (300 and 900 kg/ha), were evaluated for the first 60 dat. They were applied according to the absorption curve for tomatoes. The sources of nutrients were urea (46% N), triple super phosphate (46% P), and KCl (60% K<sub>2</sub>O). Micronutrients were provided through conventional applications of foliar fertilizers. A split-plot design was used. It included eight virus-inoculated and eight virus-free treatments, with four replications of each. The experimental unit consisted of four pots per treatment.

Yields ranged from 743 to 1123.81 g/plant. Control treatments (virus-free ones) did not work as such, since there was accidental inoculation, despite the use of insecticides to exclude the vector. Two treatments were outstanding: 400-1800-300 and 400-1800-900 (N-P-K), giving rise to 1123.81 and 1161.90 g/plant (24.7 and 25.5 t/ha, respectively). Since the normal treatment is 400-600-300 (N-P-K), it is clear that phosphorus plays a key role in reducing the harmful effects of geminiviruses. Analyses of other data (concentration of both viral DNA and nutrients in foliage, biomass, and height) which would allow to better understand the role of soil fertilization, are in progress. Yet, it is obvious that it can help to diminish the impact of the tomato yellow mosaic.

**Synthesis.** Even though these data are still preliminary, they show that some cultural practices are potentially useful. Their combination, within the philosophy of integrated management of the *B. tabaci*-geminiviruses complex, could have an additive or synergistic effect. Their feasibility, as well as their economic cost, will be validated in 1996 in farmers' fields, possibly in Guayabo and Grecia (Alajuela). Moreover, as part of that process, the potential for adoption by small and middle-size farmers will be assessed.

**Acknowledgements.** To our students Jorge Blanco and Mario R. Padilla, whose data are included here. To our field assistants Guido Sanabria and Alfonso Chacón. To collaborating farmers from Guayabo (Carlos Solano, and the brothers Aurelio, Francisco, and Ramón Luis Marín). To Manuel Zamora, his help in our experiments. To Nelson Kopper, José Luis Campos, Luis Segura, Luis Barrantes, Mario Saborío and Rodolfo Morales, from the Ministry of Agriculture (MAG), for their valuable ideas

## References cited

- BLANCO, J.; HILJE, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* 35: 1-10.
- CUBILLO, D.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* 34: 23-27.
- HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo de integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. *Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* 29: 53-60.

## AVANCES EN EL CONTROL MICROBIANO DE INSECTOS EN COSTA RICA Y NICARAGUA

Philip J. Shannon<sup>1</sup>, Mario Bustamante<sup>2</sup>, François Herrera<sup>3</sup>, Ligia Lacayo<sup>2</sup>, Rodolfo Morales<sup>4</sup>, Mirna Barrios<sup>4</sup>, Lorena Flores<sup>1</sup>, Falguni Guharay<sup>5</sup>, Eduardo Hidalgo<sup>1</sup>, Cora M. Jiménez<sup>2</sup>, V. Sandino<sup>6</sup>

**Summary:** An overview is presented of laboratory and field results from tests conducted using mainly Costa Rican and Nicaraguan isolates of *Beauveria* spp. y *Metarhizium anisopliae* against whitegrubs (*Phyllophaga* spp.), whiteflies (*Bemisia tabaci*), and coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). A very promising isolate of *B. bassiana* against *P. menetriesi* and several new strains of *M. anisopliae* from *Phyllophaga* spp. were found. Generally, isolates of *M. anisopliae* were more virulent against *B. tabaci* than those of *B. bassiana* and *P. fumosoroseus*. Economic analysis of production methods for *B. bassiana* in Nicaragua showed that inoculum can be produced for \$US 4.99 ha<sup>-1</sup>. *B. bassiana* used in the field against the coffee berry borer gave results as good as insecticide on most occasions. In a separate test, it was shown that three consecutive *B. bassiana* applications every two weeks for two months, gave damage reductions at the berry and particularly at the grain stage.

El desarrollo de tecnologías nuevas como herramientas de manejo para problemas de plagas claves de importancia regional es un componente importante de la investigación de la Unidad de Fitoprotección. Dentro de esta meta general, el desarrollo de tecnologías de control biológico (especialmente microbiano) es un objetivo propio debido al papel clave de este tipo de control en fomentar prácticas de agricultura sostenible. En 1994 y 1995, en la Unidad de Control Microbial en la sede central en Costa Rica (principalmente los trabajos financiados por NRI/ODA), y en Nicaragua en el Proyecto de Hongos Entomopatógenos en el contexto del Proyecto CATIE-INTA-MIP (NORAD/ASDI), se han llevado a cabo varios trabajos de laboratorio y pruebas de campo que han producido avances significativos en este campo para algunas de las plagas más difíciles de controlar con métodos actuales.

La búsqueda de nuevos aislamientos de los hongos entomopatógenos *Beauveria* spp. y *Metarhizium anisopliae* para *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) fue intensificado durante 1994 a través de muestreo mecanizado de siembras de caña de azúcar en colaboración con investigadores de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA, Costa Rica) y otras colectas de campo. De esta manera se logró aumentar significativamente el número de aislamientos de origen en *Phyllophaga* en la Colección de Biodiversidad de Entomopatógenos (CBE). En el laboratorio, se desarrollaron metodologías nuevas que permitieron la rápida evaluación de grandes números de aislamientos. Estos métodos fueron utilizados para tamizar la colección de *Beauveria* y seleccionar la única cepa de alta virulencia contra *P. menetriesi* de las más de 60 que fueron evaluadas. Pruebas posteriores indican que esta cepa (P0084) mata más rápidamente y alcanza mayor nivel de mortalidad que cualquiera de las cepas de *Metarhizium* evaluadas hasta la fecha.

Contra *Bemisia tabaci*, se probaron en el laboratorio 31 aislamientos de *B. bassiana*, 9 de *M. anisopliae* y dos de *Paecilomyces fumosoroseus* provenientes de la CBE y las colecciones del Proyecto de Hongos Entomopatógenos, Nicaragua, y USDA, Estados Unidos. La metodología consistió en sumergir discos de hoja de frijol con ninfas de cuarto estadio en una suspensión acuosa de  $1 \times 10^7$  ufc ml<sup>-1</sup>. Para algunos aislamientos de *B. bassiana* y *P. fumosoroseus* hubo diferencias significativas de mortalidad con respecto al testigo, sin embargo nunca sobrepasó el 47%. En general, *M. anisopliae* resultó más virulento, registrándose mortalidades hasta del 97%

<sup>1</sup> Proyecto NRI, Unidad de Fitoprotección, Área de Cultivos Tropicales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2</sup> Proyecto Hongos Entomopatógenos, CENAPROVE y CATIE-INTA/MIP Managua, Nicaragua

<sup>3</sup> Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>4</sup> Centro Experimental de Café, CONCAFE, Matagalpa, Nicaragua.

<sup>5</sup> Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD-ASDI), Managua, Nicaragua.

<sup>6</sup> Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

El análisis económico de los sistemas actuales de producción de inóculo de *B. bassiana* en Nicaragua demostró que, asumiendo aplicación a razón de  $1 \times 10^{12}$  ufc ha<sup>-1</sup>, el costo de producción para una aplicación por hectárea es de \$US 4.99 (precios de 1994). Esto compara favorablemente con el costo de los insecticidas y se considera que demuestra la buena potencial comercial de esta tecnología.

En pruebas de campo en café nicaraguense sembrado en cuatro localidades, el uso de una formulación local de *B. bassiana*, aplicado dos veces durante el periodo de junio a agosto contra la broca (*Hypothenemus hampei*), en general fue más barato y dió similares resultados en términos de rendimientos y % café pergamino brocado al uso de insecticida (endosulfán). En tres de los sitios, el nivel de infección causado por el hongo se mantuvo arriba del nivel en las parcelas con insecticida hasta tres meses después de dejar las aplicaciones. En una prueba distinta, tres aplicaciones consecutivas de la cepa 38/87 de *B. bassiana* a razón de  $1 \times 10^{12}$  ufc ha<sup>-1</sup>, realizadas bimensualmente durante dos meses, produjeron reducciones significativas de daños, tanto al fruto como al grano de café.

## **IMPLEMENTACION DE MIP EN EL SISTEMA CAFE CON LA PARTICIPACION DE PEQUEÑOS PRODUCTORES, TECNICOS Y ESPECIALISTAS.**

Charles Staver, David Monterroso, Falguni Guharay, Maryubska Calderón, Julio Monterrey, Diego Gómez, Amilcar Aguilar, Ramón Mendoza, cora M. Jiménez.

### **Antecedentes**

En la región centroamericana el desarrollo de tecnología agrícola (DTA), se ha orientado hacia la gran producción mediante el uso relativamente alto de capital e insumos externos. Los pequeños y medianos productores han adoptado o se sienten atraídos por esta tecnología para cerrar la brecha de la productividad con la agricultura comercial grande. Esta tecnología cobró auge en los años 60's con la llamada "Modernización agrícola" (Revolución verde), el aumento de los índices de producción por unidad de área, se alcanzaron mediante el monocultivo, el uso de semillas mejoradas y el uso intensivo de agroquímicos; pero a costa de una menor ocupación de mano de obra y un drástico deterioro de los recursos naturales. Estos índices, han bajado por la pérdida de la fertilidad del suelo, el apareamiento de nuevas plagas y la agresividad de plagas secundarias, aunado a esto los insumos importados han experimentado un alza que los han alejado de la posibilidad de pequeños y medianos productores. en la vía de la "modernización" el proceso de extensión y transferencia tecnológica cafetalera persiste en educar al productor sobre el uso de plaguicidas y control biológico, mediante charlas y parcelas demostrativas.

El DTA alternativo, debe de tomar en cuenta que hay una gran diversidad en las condiciones del productor y de los mismos sistemas de producción. Este enfoque debe de incluir un uso bajo o nulo externos y un mejor aprovechamiento de la mano de obra, lo cual necesita de una institucionalidad afin que incluya una agenda tecnológica orientada específicamente a incrementar los conocimientos de los productores para que tomen mejores decisiones de tal manera que puedan aumentar su productividad pero en el marco de la sostenibilidad del sistema.

Con este enfoque el Proyecto CATIE/INTA/MIP-Norad-Nicaragua, orienta sus esfuerzos a desarrollar opciones de MIP con productores de escasos recursos, validar materiales de capacitación para técnicos y evaluar métodos para la participación de los productores en el desarrollo de opciones de MIP.

En el período 1992-94, el grupo del proyecto se involucró en diferentes actividades de generación y transferencia de tecnología con la participación de productores y técnicos de asociación, organizaciones nacionales y organismos no gubernamentales. Los productores (13) participaron en 42 reuniones, con 16 técnicos de 5 instituciones y el equipo del proyecto, en 9 parcelas en donde se probaron y evaluaron diferentes alternativas que fueron seleccionadas en cada grupo. Esta experiencia colectiva ha aumentado la canasta de opciones tecnológicas para nuestra agenda de DT alternativo.

### **Metodología**

Basados en lo anterior, el equipo del proyecto decidió reorientar su accionar para la implementación de MIP con pequeños productores, tomando en cuenta la necesidad de redefinir los roles de los actores en el proceso principalmente en lo que al técnico-extensionista se refiere.

Se desarrollaron varias etapas: (a) un curso sobre MIP-café dirigido a técnicos-decisores con el propósito de reflexionar sobre las actuales metodologías de trabajo y socializar el conocimiento logrado por el proyecto en la implementación de MIP en café; (b) visitas regionales a las instituciones para contrastar específicamente con cada institución los métodos de implementación de MIP y lograr un compromiso mayor de cada institución en la logística y participación de los técnicos en el proceso; c) un curso técnico-metodológico sobre MIP en café dirigido

a técnicos-extensionistas, para socializar los conocimientos logrados por el proyecto en materia de implementación de MIP en café, profundizar y racionalizar, con propósitos de apropiación, la metodología participativa, analizar los mecanismos de trabajo conjunto; y (d) desarrollo del plan de acción, para el reconocimiento de los actores en cada zona de trabajo, el análisis de los problemas, su priorización y el desarrollo del proceso en cada zona de trabajo.

## Resultados

Con el curso MIP-café dirigido a técnico-decisores (55). Se logró un buen impacto en la mayoría de las 18 instituciones participantes (OG's, ONG's y universidades), en cuanto a la necesidad de implementar MIP en café con la redefinición de los actores.

Con las visitas regionales a decisores institucionales, se logró incorporar en la mayoría de las instituciones el compromiso de permitir que sus técnicos-extensionistas se incorporen al proceso. Sin embargo es necesario reconocer que falta aún recorrer un buen camino para lograr que las instituciones se apropien del proceso.

En el Curso técnico-metodológico sobre MIP en café dirigido a técnicos-extensionistas, participaron 35 extensionistas y 4 investigadores. Se usó la metodología participativa para ubicar y sostener un proceso participativo, elaborar algunas herramientas de monitoreo, reflexionar sobre el verdadero papel del productor, el técnico y el especialista. Se planificó el proceso de implementación de MIP-café con pequeños productores y se seleccionaron las zonas de trabajo (San Ramón Matagalpa, La Dalia Matagalpa, Nueva Segovia y Carazo).

Para el desarrollo del plan de acción, el esfuerzo se ha realizado en 9 comunidades, en donde los especialistas MIP del proyecto han interactuado con los técnicos residentes y los caficultores. Se ha logrado identificar y priorizar participativamente los problemas fitosanitarios y de manejo del cafetal. En todas las comunidades a la par de encontrar problemas técnicos específicos, los productores coincidieron en demandar capacitación sobre aspectos biológicos y ecológicos de las plagas.

Con los 9 grupos se inició el proceso con la capacitación de acuerdo a sus propias inquietudes y necesidades. En todos los grupos se logró problematizar y priorizar las actividades, en cada zona de trabajo se han desarrollado talleres de capacitación sobre enfermedades, broca, método integrado de recuento y manejo de malezas para conservación de suelos. En la VI región, mientras en la comunidad de Agua María se dio inicio con el problema de las enfermedades, en el Coyolar comenzamos con la broca. En la región Y, en Quibuto se presentó vivero orgánico, en el Bálsamo se inicia con malezas y en Santo Domingo con la broca. En la región IV, para la Cooperativa José Elías días el inicio se da con la discusión de enfermedades, mientras que en la cooperativa Triunfo de Sandino el proceso se comienza con la capacitación sobre broca. La práctica de campo siempre arrancó con el análisis de la productividad de la parcela y el método integral de recuento.

Sobre la base de la capacitación los productores hacen recuentos de enfermedades (roya, mancha de hierro, antracnosis y ojo de gallo), biología de los organismos implicados y la selección de las opciones para el manejo, por ejemplo: en la comunidad de Agua María, Matagalpa, al finalizar la discusión de los datos de recuento de enfermedades, los productores demandaron la preparación de un folleto informativo sobre la utilización del caldo bordelés para el manejo del ojo de gallo; pero, luego de agotar el manejo de la sombra y las malezas para evitar la humedad; es decir, que la discusión y selección de las opciones se dio no solo en función de las posibilidades del productor, sino en términos de ambiente-cultivo-plaga.

La dinámica de los grupos presionó al personal del proyecto para revisar y mejorar las ayudas audiovisuales para la capacitación, se cuenta ahora con 5 rotafolios: enfermedades, métodos integral de recuento, broca, manejo de malezas para conservación de suelos y vivero orgánico. El enfoque principal de estos rotafolios es mejorar la posibilidad de nuestra conversación con los productores.

En resumen, se desarrolla actividades en 9 "parcelas escuela"; sin embargo, a la fecha, hay 30 productores haciendo recuentos para decidir sus opciones de manejo. La diversidad de los grupos es rica, se cuenta con , grupos organizados en cooperativas, empresas asociativas y grupos de productores individuales.

## PRODUCCION DE SEMILLAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES TROPICALES

Luis Fernando Jara N.<sup>1</sup>

**Summary:** The objective of this basic study was to establish guidelines for seed production of priority species for Central America countries. Preliminary results for 1994-95 are presented for ten forest species: *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. deglupta*, *Tectona grandis*, *Leucaena leucocephala*, *Swietenia humilis*, *S. macrophylla*, *Alnus acuminata*, *Gliricidia sepium* and *Cordia alliodora*.

Seeds were collected from plantations (first six species) and natural stands in El Salvador, Costa Rica and Guatemala, from five trees chosen at random in each site. Data on production, were obtained for all the species. Results are preliminary and will be complemented with more samples from the same trees during the next three years.

Key words: seed production, tropical seeds, seed collection.

**Resumen:** El objetivo de este estudio básico fue obtener información sobre la producción de semilla de especies prioritarias para América Central. Se presentan resultados preliminares para la cosecha de 1994-1995 de diez especies forestales: *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. deglupta*, *Tectona grandis*, *Leucaena leucocephala*, *Swietenia humilis*, *S. macrophylla*, *Alnus acuminata*, *Gliricidia sepium* y *Cordia alliodora*.

Las semillas fueron recolectadas de plantaciones para las primeras siete especies y el remanente de bosques naturales en El Salvador, Costa Rica y Guatemala de cinco árboles escogidos al azar en cada sitio. Se obtuvo información sobre producción para todas las especies. Los resultados deben tomarse como preliminares y serán complementados con más muestreos de los mismos árboles durante los próximos tres años.

Palabras claves: producción de semillas, semillas tropicales, recolección de semillas.

### Introducción

El PROSEFOR ha llevado a cabo una serie de seminarios informativos y de preparación para la conformación de grupos de productores de semillas forestales, en los cuales han surgido dudas y cuestionamientos sobre la bondad técnica y económica para tomar la decisión de incorporarse al proceso de comercialización de las semillas. Algunas de estas incógnitas están relacionadas al desconocimiento tanto de los productores como del PROSEFOR, sobre la producción de semillas por individuo o por unidad de área, sobre los rendimientos y costos de recolección y procesamiento y sobre los precios de venta del producto, entre los más destacados.

Atendiendo a estas demandas de carácter técnico y económico, el PROSEFOR consideró relevante llevar a cabo un estudio indicativo para determinar la producción de frutos y semillas y los rendimientos de recolección y procesamiento de las especies prioritarias en Centro América.

### Objetivo General

Determinar la producción y los rendimientos de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales tropicales prioritarias de América Central.

### Objetivos Específicos

- Determinar la producción de semillas de diez especies forestales de fuentes semilleras seleccionadas en El Salvador, Guatemala y Costa Rica.

---

<sup>1</sup> Asistente Técnico, PROSEFOR - CATIE, Turrialba, Costa Rica

- Establecer las relaciones entre fruto húmedo y semilla seca y limpia después del procesamiento para diez especies forestales en El Salvador, Guatemala y Costa Rica.

## **Metodología de trabajo**

### *1.- Selección de especies*

Las diez especies escogidas se encuentran dentro de un listado de treinta especies prioritarias, seleccionadas bajo el criterio de mayor demanda de semillas en América Central y República Dominicana. Las especies son: *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Tectona grandis*, *Eucalyptus deglupta*, *Alnus acuminata*, *Swietenia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, *Cordia alliodora*, *Gliricidia sepium*, *Swietenia humilis*.

### *2.- Sitios de recolección*

Se tomaron muestras en doce sitios, en El Salvador(5), Guatemala (1) y Costa Rica (6). Para *E. citriodora* y *T. grandis* se muestrearon dos rodales de cada especie, en diferentes condiciones ambientales en El Salvador.

### *3.- Tipos de Rodales*

Ocho de los rodales corresponden a plantaciones artificiales y cuatro a otras formas (cerco vivo, sombra de cacao y árboles dispersos). Los rodales escogidos son maduros y capaces de fructificar y producir semilla. Algunos de ellos, han sido sometidos a aclareos para su mejoramiento fenotípico. La densidad varía de acuerdo a la frecuencia de aclareos.

## **4.- Metodología**

### *4.1.- Producción de frutos y semillas.*

Dentro de cada uno de los rodales escogidos, se procedió, en primera instancia, a tomar toda la información general sobre el sitio y sobre el rodal en los formularios elaborados para este propósito.

Posteriormente, se levantó una o dos parcelas de 1.000 m<sup>2</sup>, dependiendo de la variabilidad del terreno. En una de las parcelas se seleccionaron cinco árboles maduros, dominantes, vigorosos, con abundante cantidad de frutos y semillas maduras y procurando que fueran de la misma altura y diámetro. A cada árbol se le tomó la siguiente información:

- Altura total (m) tomado con Haga.
- Diámetro a la altura del pecho DAP (cm) tomado con cinta diamétrica.
- Diámetro de copa (m) proyección sobre el suelo en sentido N-S y E-O.

El escalador utilizó, manilas solamente para (El Salvador) y manilas y espuelas en (Costa Rica), para el ascenso al árbol y una tijera podadora de extensión para cortar las ramas y/o frutos de la copa. Sobre la base del árbol se extendió un plástico negro para lograr obtener las ramas con los frutos cortados por el escalador. De las ramas se cortaron los frutos maduros y en proceso de maduración; se retiraron hojas, ramas gruesas y delgadas.

Se recolectaron todos los frutos y/o semillas accesibles al escalador de cada árbol en forma individual y en el campo se pesó en balanza con aproximación al 0.1 kg Los frutos y/o semillas fueron transportados en sacos de lona al Banco de Semillas del Servicio Forestal de El Salvador, Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) de Guatemala y al Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del CATIE en Costa Rica, para el de secado. En la mayoría de los casos, se dejó entre un 20 a un 25% de frutos en el árbol con el fin de garantizar su recuperación.

Las semillas fueron secadas al ambiente y a pleno sol y otras bajo sombra (Caoba). Después de separar los frutos y la basura de la semilla, se pesó la semilla limpia y seca en balanza de precisión con aproximación al 0.01 kg.

### Conclusiones y Recomendaciones

- 1.- Se observó alta variabilidad en la producción de frutos entre árboles de las especies estudiadas, a pesar de tratar de escoger individuos de igual tamaño y copa.
- 2.- La información sobre producción debe considerarse como preliminar y como una tendencia general. Debe tomarse en cuenta las condiciones ambientales y las características de los rodales.
- 3.- La especie *E. citriodora* fue estudiada en dos sitios y mostró producción de frutos similar entre ellos a pesar de estar bajo condiciones ambientales y edades diferentes.
- 4.- En términos generales la producción de semilla se puede resumir así:

	<i>E. citriodora:</i>	0.6 - 0.8 kg/árbol
	<i>E. camaldulensis:</i>	1.2 - 1.9 kg/árbol
	<i>T. grandis:</i>	1.5 - 4.5 kg/árbol
	<i>E. deglupta:</i>	0.4 - 0.8 kg/árbol
	<i>A. acuminata:</i>	0.3 - 0.4 kg/árbol
	<i>S. macrophylla:</i>	3.8 - 4.5 kg/árbol
	<i>L. leucocephala</i>	3.0 - 3.8 kg/árbol
	<i>C. alliodora:</i>	1.0 - 2.0 kg/árbol
	<i>G. sepium:</i>	0.1 - 0.6 kg/árbol
	<i>S. humilis:</i>	1.8 - 2.8 kg/árbol

- 5.- Se sugiere continuar con el estudio indicativo e incluir los costos de producción de semilla seca y limpia.

## **COSTOS DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS DE *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* EN COSTA RICA.<sup>1</sup>**

Juan Samaniego<sup>2</sup>, Luis F. Jara<sup>3</sup>, Enrique Trujillo<sup>4</sup>

**Resumen:** Se realizó la recolección y procesamiento de frutos y semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en dos áreas de bosques secundarios en Costa Rica.

Los resultados muestran que hay gran variación y complejidad en el trabajo; esto influye en la determinación precisa de los costos y rendimientos de recolección y procesamiento de semillas de caoba y laurel.

**Summary:** The collection and processing of fruits and seeds of *Swietenia macrophylla* and *Cordia alliodora* was done in two areas of secondary forest in Costa Rica.

The results show that there is great variation and complexity in the work due to both external and internal factors; this affects the precise determination of costs and yield in collection and processing of caoba and laurel seeds.

### **Introducción**

Actualmente no se cuenta con suficiente información en cuanto a rendimientos y costos de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales tropicales, entre ellas caoba (*Swietenia macrophylla*) y laurel (*Cordia alliodora*).

Los rendimientos y costos del procesamiento dependen de las condiciones e instalaciones de los bancos o plantas procesadoras de semillas y del método de extracción, limpieza y secado que se utilice, entre otros.

La presente investigación fue desarrollada con el objeto de:

- Determinar los costos directos de la recolección y el procesamiento de semillas de caoba (*S. macrophylla*) y de laurel (*C. alliodora*) para el Banco de semilla (BLSF), en Costa Rica.
- Identificar el sistema de procesamiento más eficiente para la limpieza y secado de las dos especies.
- Determinar los rendimientos del procesamiento de frutos y semillas bajo diferentes sistemas para ambas especies.

### **Materiales y métodos**

El trabajo de investigación se efectuó en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica.

La cosecha de frutos de caoba (*S. macrophylla*) se obtuvo de 8 árboles y se realizó en los meses de octubre y noviembre y el laurel (*C. alliodora*) se recolectó en marzo (10 árboles).

Los costos (directos) de recolección y procesamiento fueron calculados con base en: gastos de movilización, hospedaje, viáticos, materiales, salarios y gastos administrativos.

El procesamiento consistió básicamente en labores de extracción, limpieza y secado de semillas.

Para la limpieza de las semillas se practicaron dos métodos:

---

<sup>1</sup> Parte de tesis de grado, Escuela de Postgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2</sup> Estudiante Postgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>3</sup> Asistente Técnico, PROSEFOR, CATIE.

<sup>4</sup> Jefe BLSF, PROSEFOR, CATIE.

**Manual**, se desaló semilla por semilla (**caoba**); para **laurel** se ventiló y retiró manualmente ramitas y otros desechos. **Semi-mecánico**, una combinación del método manual y mecánico (limpiadora eléctrica de semillas tipo Klipper).

Para el secado se utilizaron dos sistemas: **natural** (sol) y **artificial** (secadora de semilla

a 35 °C de temperatura y 10% de humedad relativa).

Cada día se hizo una prueba de contenido de humedad (CH) para el sistema natural y cada 6 horas para el sistema artificial.

## Resultados y Discusión

El Cuadro 1 resume los resultados de la producción, costos de recolección y procesamiento y los diferentes sistemas utilizados en el procesamiento de dos especies forestales: *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*.

En total se recolectaron 1245.2 kg de frutos de **caoba** y 98 kg de **laurel**, de los cuales se obtuvo 43.3 kg y 13 kg de semillas limpias y secas respectivamente (Cuadro 1).

El tamaño promedio de los frutos de **caoba** fue de 18 cm de largo y 8 cm de diámetro. Cada fruto contiene de 62 a 70 semillas, de las cuales el 73% (48 semillas) son semillas viables y el resto 27% (18 semillas) son vanas.

El rendimiento de la extracción y limpieza semi-mecánica de **caoba** fue casi 12 veces más rápido que el método manual.

El tiempo de secado al sol (natural) esta altamente influenciado por las condiciones climáticas del área, sin embargo tiene la ventaja de ser más económico. El lote de semillas de **caoba** que fue secado al sol tomó 9 días para llegar a un contenido de humedad (CH) de 7.9%, aunque solo estuvieron las semillas expuestas al sol durante 29 horas; sin embargo, con la secadora artificial independientemente de las condiciones climáticas, solo se necesitó un poco más de un día (28 horas continuas), para llegar a un contenido de humedad de 4.8% (Cuadro 1). El secado de las semillas de **laurel** fue similar, 6 días (4.6 horas/días) al sol para bajar su contenido de humedad a 6.5% y 55 horas continuas para llegar a 6.1%.

Actualmente el precio de venta de un kg de semilla es de US\$ 110.00 y \$ 80.00 para **caoba** y **laurel** respectivamente.

## Conclusiones

La recolección de **caoba** costó US\$ 32.65/kg y el **laurel** 80.25; el procesamiento US\$ 1.60/kg y 5.88 para **caoba** y **laurel** respectivamente.

Limpieza semi- mecánica para **caoba** (29.5 kg/hora/hombre), limpieza manual (4.7 kg/h/h) para **laurel** y secado artificial para ambas especies son sistemas recomendables en el manejo de las semillas.

Cuadro 1. Resumen de resultados

Actividades	<i>S. macrophylla</i>	<i>C. allodora</i>	Comentarios
<b>RECOLECCION:</b>			
Cantidad árboles	8	10	Cuerdas y espolones, Directo de los árboles. Recolectadas Recolección
Peso frutos (kg)	1245.2	98	
Peso semillas (kg)	43.3	13	
Numero (días)	11	5	
<b>COSTOS (US \$/kg)</b>			
Salario	6.73	10.20	Recolección
viáticos y hospedaje	11.62	42.45	Recolección
Materiales	2.55	8.55	Recolección
Transporte	7.75	8.60	Recolección
Gastos adm. (15%)	4.00	10.45	Recolección
Costos total	32.65	80.25	Recolección
<b>PROCESAMIENTO:</b>			
Extracción	Manual	No se practica	
Rendimiento limpieza: kg/hora/hombre			
Manual	2.5	4.7	99.2% y 98.85%
Semi-mecánica	29.5	4.0	99.11% de pureza
Secado (Tiempos):			
Natural (sol)	en 9 días (29 horas) 3.2 horas/día	6 días (28 horas) 4.6 horas/día	7.9% y 6.5% de CH respectivamente
Artificial	28 horas continuas	55 horas continuas	4.8% y 6.1% de CH
<b>COSTOS (US\$/kg)</b>			
Salario	0.90	3.50	Procesamiento
Materiales	0.50	1.60	Procesamiento
Gastos adm.(15%)	0.20	0.78	Procesamiento
Costo total	1.60	5.88	Procesamiento

## VIABILIDAD DE SEMILLAS DE *BOMBACOPSIS QUINATA* Y *TABEBUIA ROSEA* EN LABORATORIO Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO EN VIVERO<sup>5</sup>

Doris Cordero Camacho.<sup>6</sup>  
 Enrique Trujillo Navarrete.<sup>7</sup>  
 Luis F. Jara.<sup>8</sup>

**Summary:** The objective of this study was to assess the efficiency of two viability tests for two tropical forest seeds, as well as to determine the variation between laboratory and field germination tests. All the trials were carried out at the BLSF laboratory and CATIE's experimental nursery, Turrialba, Costa Rica.

The results indicated that the TTZ test was the most efficient to estimate seed viability under laboratory and field conditions. The cutting test overestimated the number of viable seeds. As a result of the relationship between laboratory and field germination test, an equation is proposed.

**Resumen:** Con el objetivo de avanzar en el manejo de semillas de especies forestales tropicales, se evaluó su viabilidad utilizando las pruebas de inspección directa o de corte y la prueba al tetrazolio. Los resultados obtenidos se compararon con resultados obtenidos en ensayos de germinación en el laboratorio y en el vivero. Todos los ensayos se realizaron en el laboratorio del BLSF y en el vivero experimental de CATIE.

Como resultado de comparar la germinación obtenida en el laboratorio con la del vivero se obtuvo una fórmula a partir de la cual es posible calcular la cantidad de semilla a comprar (en gramos) dependiendo del número de plántulas que se desee obtener. En la prueba al tetrazolio los resultados obtenidos concuerdan con los de las pruebas de germinación, mientras que la prueba de corte sobreestima el porcentaje de semillas viables, respecto a los resultados de laboratorio y vivero.

### Introducción

La prueba tradicional de germinación es la más aceptada para evaluar un lote de semillas. Una de sus mayores limitaciones, bajo condiciones de laboratorio, es el no brindar información sobre la calidad física de la semilla y su posterior desarrollo en el campo. Sin embargo, existe una tendencia que propone el uso de pruebas rápidas que pueden ser fácilmente reproducidas, a un bajo costo, y que brindan información sobre la germinación bajo condiciones desfavorables.

### Métodos

La semilla permaneció almacenada once meses en el caso de *Bombacopsis quinata*. Previo a su almacenamiento fue tratada con vitavax (se desconoce la dosis). *Tabebuia rosea* se almacenó por siete meses.

Las pruebas rápidas se realizaron sobre cuatro repeticiones de 25 semillas, tomadas al azar. Como acondicionamiento previo se colocó la semilla en remojo por 15 horas. Luego se les hizo un corte para eliminar la testa y la endotesta. En la prueba de inspección directa se observó la forma, la turgencia, el color, el olor y el tamaño del embrión. Se consideraron no viables las semillas con el embrión lechoso, poco firme, mohoso, podrido, o con olor rancio, y las que carecen de embrión. Las semillas moribundas, recién muertas o dañadas no fue posible distinguirlas (Willan, 1991).

<sup>5</sup> Extracto práctica de especialidad para optar al grado de Ing. Forestal, ITCR, Costa Rica.

<sup>6</sup> Ingeniero Forestal, ITCR, Costa Rica.

<sup>7</sup> Jefe BLSF, CATIE, Costa Rica.

<sup>8</sup> Asistente Técnico, PROSEFOR, CATIE, C.R.

Para la prueba al tetrazolio se depositaron las semillas en la disolución (0.1%), en recipientes cubiertos con papel aluminio. Al cabo de tres horas fueron evaluadas. El Cuadro 1 muestra los diagramas creados para interpretar los resultados obtenidos.

El ensayo de germinación en laboratorio o testigo se hizo usando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. La temperatura fue de 30°C constante y la presencia de luz permanente (24 horas). Se usó como sustrato, arena de río desinfectada con formalina. Se evaluó diariamente.

Para el ensayo en vivero se usó un diseño completamente al azar. Se utilizó la siembra en eras sobre un sustrato arena: tierra en partes iguales, con adición de fertilizante y materia orgánica. En el caso de *B.quinata* no se usó sombra, mientras que para *T.rosea* se utilizó zarán con capacidad para filtrar el 35% de los rayos solares.

Para determinar la variación entre laboratorio y vivero se aplicó la fórmula dada por Trujillo (1993):  $F = D / N \times P \times G \times C$

donde:

D = Número de semillas germinadas en el vivero      F = Factor variable o factor de seguridad  
 N = Número de semillas puras por gramo                      (factor propio de cada vivero que indica  
 P = Pureza en tanto por uno                                      el porcentaje de semillas a germinar en  
 G = Germinación en laboratorio en tanto por uno              relación con el porcentaje que germina en  
 C = Cantidad de semilla a sembrar en gramo

\* Se calcula en los análisis de rutina.

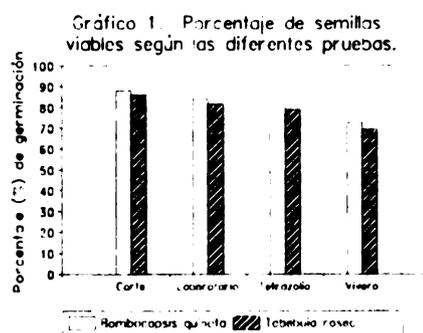
## Resultados y Discusión

La prueba de laboratorio presentó 84% semillas viables para *B.quinata* y 80% para *T.rosea*. La prueba de corte mostró un 88% de semillas viables para *B.quinata* y un 86% para *T.rosea*. La prueba al tetrazolio indicó un 81.5% de semillas viables para *B.quinata* mientras que para *T.rosea* obtuvo un 78.8%. En el vivero se obtuvo una germinación del 72.5% para *B.quinata* y de 69.25 para *T.rosea*.

La prueba de corte sobreestima el porcentaje de semillas viables en un 5% si se compara con la germinación obtenida en el laboratorio. Mientras que la prueba al tetrazolio proporciona valores acordes con los obtenidos en la prueba de germinación. La variación oscila alrededor de un 2%.

Al evaluar la variación entre los resultados de laboratorio y vivero, se obtuvo una fórmula, mediante la cual se calcula la cantidad de semilla a comprar (en gramos) de acuerdo a la germinación que se espera en el campo:

$$C = D / (0,9)_1 \times H \times N \times P \times G$$



donde :

I = Factor variable

H = Diferencia entre la germinación obtenida en el campo con los resultados de laboratorio (es un factor específico para cada especie). Para *B.quinata* corresponde a un 0.9; mientras que para *T.rosea* es de 0.85.

**Cuadro 1. Diagramas de tinción creados para interpretar los resultados obtenidos en la prueba de tetrazolio con semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea*.**

CLASE	VIABILIDAD	DESCRIPCION	ESQU EMA	
			<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Tabebuia rosea</i>
1	Viabiles	Semilla con teñido homogéneo: tinción roja, uniforme y clara o con manchas rojo oscuro. Embrión con tinción roja, uniforme y clara.		
2	Viabiles	Semilla parcialmente teñida (con manchas irregulares) o teñida con poca intensidad (tejidos necróticos). Embrión con tinción roja, uniforme y clara.		
3	Dudosas	Semilla sin tinción o parcialmente teñida. Embrión con tinción roja, uniforme y clara.		
4	Dudosas	Semilla sin tinción o parcialmente teñida. Embrión dañado o con coloración oscura (magullado).		
5	No viabiles	Embrión sin colorear o coloreado menos de la mitad (no se toma en cuenta el resto de la semilla).		
6	No viabiles	Semilla y embrión sin tinción (muertos)		

Para calcular el número de semillas viables, el número de semillas ubicadas en las categorías 1 y 2 se multiplica por uno, todas son fértiles. El número de semillas en las categorías 3 y 4 (dudosas) se multiplicó por 0.75 y se asumió que sólo un 75% son fértiles. Las semillas no viables, categorías 5 y 6, no se contabilizaron.

### Conclusiones y Recomendaciones

La prueba de corte sobreestima el porcentaje de semillas viables en un 5%. Los resultados reportados en la prueba de tetrazolio demuestran su uso potencial para la determinación de la viabilidad en semillas. La prueba puede completarse en uno o dos días, en contraste con la prueba de germinación, que toma alrededor de 15 días.

Las diferencias entre las pruebas rápidas y la prueba tradicional de germinación pueden atribuirse a errores de muestreo. Estas diferencias entre resultados generalmente son menores si se trabaja con semillas de alta calidad.

Al comparar la germinación en el campo con la obtenida en el laboratorio, para *B.quinata* su germinación en el campo corresponde a un 90% de la obtenida en el laboratorio, mientras que para *T.rosea* corresponde a un 85%. En ambos casos el factor variable es de 0,9.

### **Literatura Consultada**

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1993. International rules for seed testing. Seed Science and Technology (Switzerland) 23:25-209.

MOORE,S.; LONGER, D.; CLEMENT, R.; WALKER, T. 1987. Correlation of laboratory seed test with field emergence of soybeans in Arkansas. Arkansas Farm Research (EEUU.) 36(4):10.

PERRY, A. 1984. Ensayo topográfico al tetrazolio. In Manual de Métodos de Ensayos de Vigor. Trad. por Martínez,L.; González, F. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 56 p.

TRUJILLO, E. 1993. Establecimiento de la variación del porcentaje de germinación en laboratorio y vivero para 15 especies forestales. In: II Convención Centroamericana de Semillas Forestales. Siguatepeque, Honduras. Memorias. p. 197-215.

WILLAN, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 502 p.

## CLASIFICACION Y SELECCION DE SITIOS PARA REFORESTAR EN LA REGION CHOROTEGA, GUANACASTE, COSTA RICA.

William Vásquez C., Francisco Ramírez, José Miguel Valverde, Danilo Méndez, Carlos Navarro.

**Summary:** This paper provides information on site factors that affect the growth of (*Gmelina arborea*, *Tectona grandis* and *Bombacopsis quinatum*) in Region Chorotega, Guanacaste, Costa Rica; supported by the study of Vásquez and Ugalde.

The principal source of information was Vásquez and Ugalde (1995).

Local technicians and extensionists provided their insights and knowledge to compliment research results in order to develop a preliminary, practical field methodology (1) to classify existing plantations and (2) to better match species to new sites suitable for reforestation.

### Introducción

La selección del sitio para plantar, es uno de los pasos más importantes en todo proceso de reforestación. El sitio determinará las especies a plantar, el manejo futuro de la plantación, la rentabilidad, el tipo y momento de su aprovechamiento y en última instancia, de su adecuada selección dependerá el lograr o no los objetivos de cada productor.

La falta de experiencia en la selección adecuada de los sitios para reforestación ha sido la causa de muchos fracasos de proyectos de reforestación en Guanacaste. En estos proyectos, se hicieron plantaciones en sitios inadecuados que limitaban el desarrollo de las especies seleccionadas, tal es el caso de terrenos degradados, erosionados y compactados por el sobrepastoreo, muchas veces en pendientes pronunciadas, o con suelos pedregosos, mal drenados y donde las especies estaban expuestas a vientos fuertes y no disponían de los elementos mínimos para desarrollarse adecuadamente.

El objetivo de este documento, es dar a conocer a los extensionistas de la Región Forestal Chorotega, los factores del sitio que limitan y favorecen el crecimiento de las principales especies utilizadas para la reforestación en la zona, especialmente melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*) y pochote (*Bombacopsis quinatum*).

Con esta guía los extensionistas aprenderán sobre: a) cómo clasificar plantaciones ya existentes y b) sobre cómo orientar la evaluación de terrenos para seleccionar mejor los sitios y especies para la reforestación en la Región Chorotega.

### Materiales y métodos

El trabajo tiene como fundamento las experiencias prácticas de los técnicos y extensionistas de la región que participaron en el Primer Curso de Selección de Sitios realizado en Hojancha, Guanacaste en Setiembre de 1994, así como el trabajo realizado por los **Proyectos Forestal Chorotega (IDA/FAO)** y **MADELEÑA 3** (Vásquez y Ugalde, 1994), aprovechando la investigación iniciada por la **Dirección General Forestal** en la Región Chorotega, desde 1970.

#### *Clasificación de plantaciones existentes:*

Vásquez y Ugalde (1995) utilizaron información de 23 parcelas de teca (*Tectona grandis*) en 14 sitios, 35 parcelas de melina (*Gmelina arborea*) en 28 sitios, 37 parcelas de pochote (*Bombacopsis quinatum*) en 22 sitios y 13 parcelas de pino (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) en siete sitios, especies para identificar los factores de sitio que limitan en crecimiento de estas especies.

Para estas especies utilizaron ecuaciones de IS ya existentes, generadas en el Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos, conocido como MIRA, o por otros autores (Keogh, 1982; Navarro, 1987; Liegel et al., 1987 mencionado por CATIE, 1991, todos citados por Vásquez y Ugalde, 1995).

Para clasificar las plantaciones se definieron tres clases de sitio a saber: **Alto**, significa plantaciones con el mejor crecimiento, superior al promedio, por lo que se deduce que, son los sitios con mayor potencial económico. **Medio**, son sitios buenos, alrededor del promedio, con manejo apropiado pueden ser rentables para el cultivo de esa especie. **Bajo**, sitios muy por debajo del promedio, pueden considerarse sitios marginales, que difícilmente son rentables y no deberían ser recomendados para esa especie en particular.

#### *Analisis del sitio y selección de la especie(s) a plantar*

Apesar que se conoce que en las ciencias forestales **no existen recetas**, debido a la gran variación y a la interacción entre los factores ambientales de un sitio, se utilizó un **sistema de clasificación numérico** utilizando una metodología similar a la utilizada por COSEFORMA (1994).

Se seleccionaron las variables de sitio más fáciles de medir y las que se consideraron de mayor peso, es decir, de mayor influencia en la calidad de sitio para cada especie y se les dió un puntaje de uno a tres. Los mejores sitios tuvieron puntaje de tres y los sitios bajos puntajes de uno. Del total de puntos de las variables escogidas se dividió en seis categorías y a para cada una de estas categorías se recomendó una lista de especies con base en sus requerimientos y la experiencia práctica de extensionistas de la región. Las categorías con menor puntaje tienen las especies más tolerantes a condiciones difíciles de sitio. Cada categoría superior acumula incluye las especies de la categoría anterior.

Además de las cuatro especies reportadas por Vásquez y Ugalde (1995) se incluyeron otras especies que se están plantando en la Región Chorotega con las recomendaciones de los técnicos y agricultores de la zona.

## **Resultados**

Se resumen las recomendaciones de Vásquez y Ugalde (1995) sobre las características de sitio que resultaron limitantes para el desarrollo de cada especie como sigue:

Tres factores que en forma **consistente** se deben tomar en cuenta para la selección de nuevas áreas a reforestar son a) la **posición topográfica (PT)** del sitio, b) los **contenidos de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg)** en el primer horizonte y c) el **uso anterior**.

Los mejores sitios para melina y pochote se ubicaron en las zonas de fondo plano. En el caso de teca aunque crece bien en sitios con pendiente fuerte, solo se recomienda plantar en pendientes menores o iguales a 25% debido a la erosión asociada a esta especie. Esta especie necesita además suelos con más de 90 cm de profundidad efectiva.

Los mejores sitios se ubicaron donde los contenidos de calcio y magnesio en el primer horizonte fueron iguales o mayores según el siguiente detalle:

<b>Especie</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
	<b>(meq/100ml)</b>	
Melina	>10	>6
Teca	>10	-
Pochote	>15	>9

En cuanto al uso anterior los mejores sitios para todas las especies estuvieron asociados a áreas donde el uso anterior fue agricultura o charral. La mayoría de las especies se vió afectada por la compactación causada por sobrepastoreo y por la competencia con malezas especialmente gramíneas.

Además de los factores comunes a todas las especies antes indicados se mencionan factores independientes por especie a saber:

Melina crece mejor en sitios bajo los 700 msnm y no tolera viento fuerte.

Teca crece mejor en áreas con más de 2000 mm de precipitación, con menos de cinco meses secos y donde los contenidos de hierro (Fe) en el primer horizonte no son altos o los pH menores de cinco.

Pochote crece mejor en sitios donde la precipitación es alta, más de 2000 mm y con menos de cinco meses secos; donde no es afectado por viento fuerte y en altitudes menores a los 500 msnm. No crece bien en suelos con más de 50 % de arcillas amarillas (Navarro, 1987).

**Clasificación de plantaciones existentes, según su crecimiento en altura dominante**

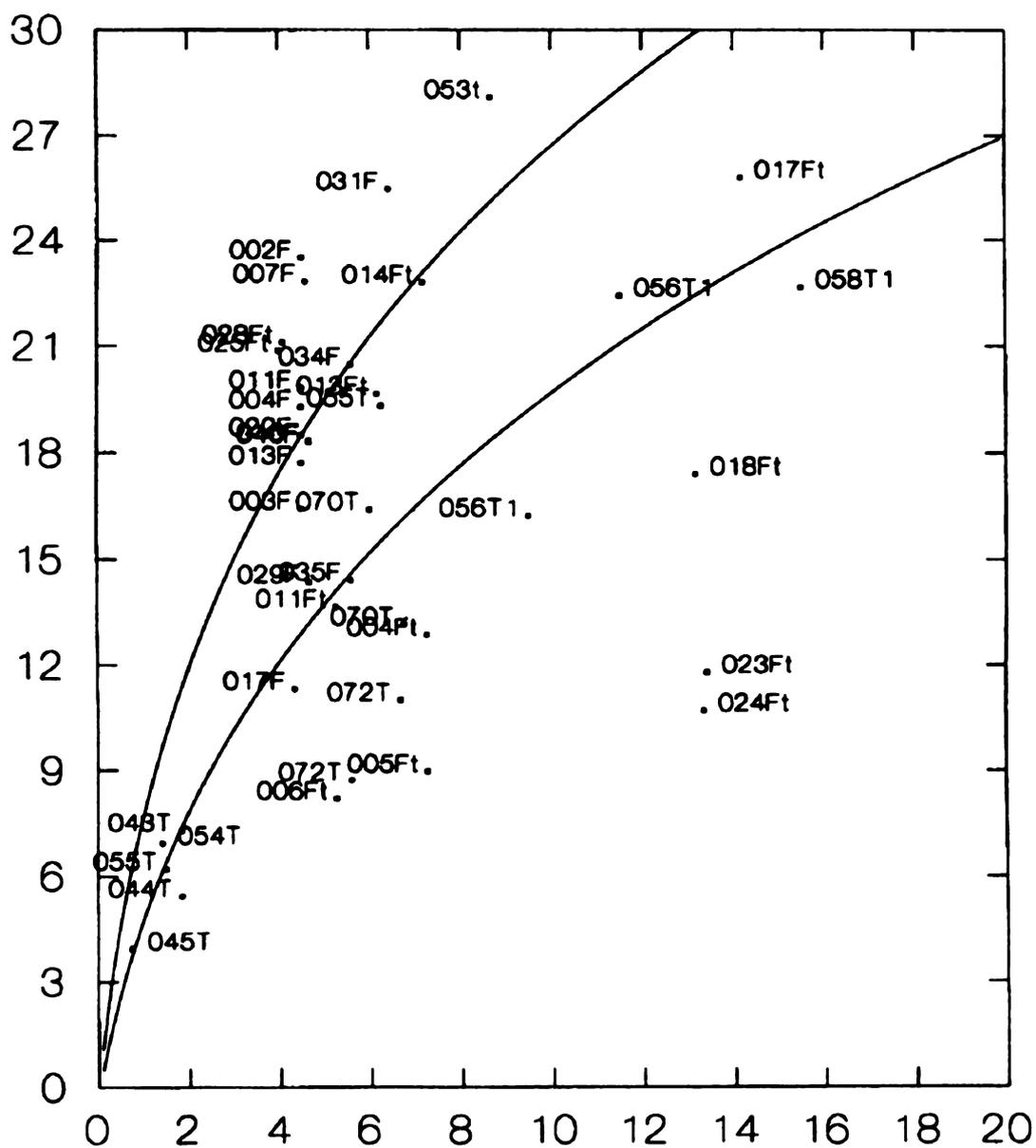
En esta sección se demuestra con un ejemplo práctico, cómo clasificar los sitios para melina, tecla y pochote, utilizando gráficas de altura dominante contra edad donde se presentan tres clases de sitio:

**Sitios Altos o Buenos:** todas aquellas plantaciones cuya altura dominante está sobre la curva superior en cada figura.

**Sitios Medios o Regulares:** Todas aquellas plantaciones cuya altura dominante se ubica entre las dos curvas y

**Sitios Bajos o Pobres:** Todas aquellas plantaciones cuya altura dominante se ubica bajo la curva inferior de cada figura.

Como ejemplo, y debido al poco espacio de estas memorias sólo se presentan las curvas que definen los tres clases de sitio para melina (Figura 1)



**Figura 1.** Curvas de crecimiento en altura dominante (m) para *Gmelina arborea* que definen las tres clases de sitio para, Guanacaste, Costa Rica.

Tomando como base la edad de 10 años, según la Figura 1, para melina; en la Región Chorotega, es posible clasificar los sitios en: "Altos", como aquellos que alcanzan alturas dominantes a la edad de 10 años, de más de 26,7 m; los sitios Bajos, como aquellos que alcanzan alturas de menos de 19,7 m y los sitios Medios, están entre estos dos valores.

En esta región es posible encontrar sitios tan pobres que a los 10 años sólo alcanzan alturas dominantes de 9 m o tan buenos que alcanzan hasta 33 m, a la misma edad.

Evaluación y selección de especies y sitios para reforestar en la región Chorotega.

En el capítulo anterior se indicaron los factores que se han identificado como limitantes en el crecimiento de las principales especies utilizadas en reforestación en la región Chorotega. Si un técnico o extensionista toma en cuenta cada uno de esos factores y los analiza en forma crítica, tendrá una mayor posibilidad de seleccionar sitios adecuados para cumplir con los objetivos del productor.

En esta sección se dan a conocer los pasos para la selección adecuada de los sitios y las especies, utilizando los factores del Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Valoración de características de sitio para ocho variables en la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica.

Factores	Puntaje		
	1	2	3
1. Pendiente %	>40%	25-40	0-25
2. Profundidad del suelo (cm)	60-75	75-90	>90
3. Posición del sitio en la ladera	Cima o parte superior	Media	Inferior o plano
4. Viento	Muy fuerte	Moderado	Poco a nulo
5. Indicadores de sitio <sup>9</sup> *	Jícaro, Nance		
6. Precipitación (mm)	< 1500		>2000
7. Uso anterior <sup>10</sup> en pastoreo (años)	>30	16-30	< 15
8. Altitud (m)	>700	500-700	< 500

\* : En caso de no existir ninguna de estas especies en forma natural el valor será 3.

Jícaro : *Crescentia alata* y *C. cujete*

Nance : *Birsonima cracifolia*

Una vez evaluadas estas características en cada sitio a plantar, se utiliza en Cuadro 2 para seleccionar las especies más adecuadas.

<sup>9</sup> . Observaciones de técnicos y extensionistas de esta región indican que la presencia natural de estas especies es indicativo de sitios pobres; sin embargo esta observación debe investigarse más..

<sup>10</sup> . En el primer curso de Selección de Sitios, se sugirió considerar la posibilidad de incluir una medida de compactación y estructura del suelo como variables limitantes

**Cuadro 2.** Puntaje de la evaluación de características del sitio y posibles especies a plantar por cada sitio en la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica.

	<b>Puntaje Mínimo</b>	<b>Especies</b>
	8-11	pino <sup>11</sup>
	12-15	gavilán, ron rón y cocobolo
	16-17	gavilán, ron rón y cocobolo
	18-20	melina, deglupta
	21-23	pochote, gallinazo, teca
	24	teca

Gavilán= *Albizia guachapele*

Ron ron= *Astroniun graveolens*

Cocobolo= *Diphysa rubinoides*

Deglupta = *Eucalyptus deglupta*

Melina= *Gmelina arborea*

Pochote= *Bombacopsis quinatum*

Gallinazo= *Schizolobium parahybum*

Teca = *Tectona grandis*

Pino= *Pinus caribaea var hondurensis*

Finalmente se da un ejemplo de un sitio como sigue:

	<b>Factores</b>	<b>Puntaje</b>
	Pendiente 30%	2
	Profundidad 90 cm	2
	Posición media	2
	Viento poco	3
	No hay plantas indicadoras	3
	Precipitación 2200 mm	3
	Uso anterior 20 años	2
	Altitud 450 msnm	3
	<b>Total</b>	<b>20</b>

Según el Cuadro 1 en este sitio se puede plantar gavilán, ron rón, cocobolo y melina. Pero no es apto para teca ni para pochote.

Para verificar la decisión anterior se brinda un Cuadro 3 con los requerimientos de cada especie en particular.

<sup>11</sup> . Para las zonas bajas de Guanacaste, es recomendable utilizar la Procedencia de Guanaja, Honduras, en otras zonas *P. tecunumanii* (PMGF, 1995)

**Cuadro 3.** Resumen de las características de sitio adecuadas para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica.

FACTORES	ESPECIES <sup>1</sup>			
	pochote	teca	melina	pino
Precipitación	>1500	>1800	>2000	>2000
Viento	Poco	Moderado	Poco	Moderado
Meses secos (< 100 mm)	<5	<5		
Meses muy secos (<30 mm)	<3			
Profundidad de suelo (cm)	>75	>90	>75	>60
Calcio (meq/100 ml)	>15	>8	>10	
Magnesio (meq/100 ml)	>9		>6	
Altitud (msnm)	<500		<700	>500
Pendiente (%)	<25	<25	<40	<40
Posición en ladera	Inferior a fondo plano	Inferior a fondo plano	Todas	Todas
Existencia de plantas indicadoras de malos suelos	No hay	No hay	Coyol	Cualquiera
Uso anterior en pastoreo (años que tolera)	<15	<15	<30	

1: El límite que se indica puede variar dependiendo de otras variables que afectan la disponibilidad de agua como posición del sitio en la pendiente, drenaje, contenidos de arcilla y profundidad del suelo, entre otras.

En este trabajo se hace mucho énfasis en que el sistema debe considerarse “preliminar” ya que debe validarse y reajustarse en el campo; y se le solicita a los técnicos y extensionistas de la región aportar sugerencias a través de la “Comisión Regional de Investigación Forestal” (CRIF) de Guanacaste, la cual ha apoyado la investigación forestal en esta región.

### Literatura citada

COSEFORMA. 1994. Metodología práctica para la identificación de sitios para reforestación en la zona Norte de Costa Rica, en especial con melina y laurel. Documento de Proyecto No. 39. San José Costa Rica. 53 p.

NAVARRO, C. M. 1988. Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en 14 sitios en Costa Rica; índices de sitio y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R.; Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 136p.

VASQUEZ, W.; UGALDE, L.A. 1994. Informe final: Convenio de cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO)/ Proyecto MADELEÑA 3. CATIE, TURRIALBA. 120 p.

VASQUEZ, W.; UGALDE, L.A. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste Costa Rica. Turrialba, Costa Rica CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 256. 40 p

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE *Eucalyptus camaldulensis* EN AMÉRICA CENTRAL

John Fryer y Luis Ugalde A.

### Introducción

*E. camaldulensis* es la especie más plantada del género *Eucalyptus* en América Central. Ha demostrado ser una especie que se adapta bien a una gran variedad de sitios especialmente en la Costa Pacífica, en áreas con una estación seca de hasta 6 meses. Estas áreas debido a la presión demográfica y altas tasas de deforestación en las dos últimas décadas, son consideradas áreas críticas en cuanto a la disponibilidad de leña y de otros productos forestales.

Es una especie con gran potencial productivo especialmente para madera rolliza y productos de pequeñas dimensiones como postes para construcción, en la producción de varas y postes para la construcción de galeras y en hornos para el secado de tabaco, que realizan cooperativas y productores individuales en la Máquina, Guatemala; en cortinas rompevientos en León y Chinandega en Nicaragua; en sistemas agroforestales asociado con maíz y frijol en fincas de pequeños agricultores en El Salvador; en plantaciones energéticas a mayor escala, como la plantación de más de 3.000 ha en el Ingenio Victoria de Julio en Nicaragua para producción de leña en turnos cortos de 5 a 6 años y para cogeneración de energía eléctrica. Después del primer aprovechamiento permite el manejo posterior por rebrotes que normalmente tienden a ser muy vigorosos.

En un gran porcentaje de las plantaciones establecidas en América Central los árboles no presentan buena forma y persiste una alta variación genética. Además, en la mayoría de los casos no se conoce con exactitud la fuente del material genético utilizado en estas plantaciones. Sin embargo, algunas procedencias han mostrado ser consistentemente superiores que otras en ensayos en América Central (Ruiz y Salazar, 1991, y Gordon, 1994), y en otras zonas tropicales (Eldridge, 1993). De manera que existe un potencial para mejorar la productividad y la forma de los árboles en futuras plantaciones en la Región.

Debido a esta situación, el Proyecto MADELEÑA del CATIE, el cual se implementa en conjunto con las instituciones de investigación forestal de los países de la Región, y como parte de los ensayos de selección de especies y procedencias, decidió establecer ensayos con esta especie en diferentes países. El presente trabajo resume los avances de los resultados iniciales de crecimiento y producción para evaluar e identificar las mejores fuentes de material genético de *E. camaldulensis*, con el fin de fortalecer un programa de mejoramiento genético de esta especie en la Región.

### Materiales y métodos

Se analizaron 11 ensayos de procedencias, dos de estos ensayos incluyeron procedencias y familias. Los ensayos fueron establecidos en cinco países de América Central, 2 en Guatemala, 2 en Honduras, 2 en El Salvador, 1 en Costa Rica, y 4 en Panamá. El cuadro 1, muestra las características climáticas de los sitios donde se establecieron los ensayos. Se probaron 20 procedencias, 15 de Australia, 2 de Nicaragua, 1 de Panamá, 1 de Brasil, 1 de Zimbawe y una fuente de semilla traída vía Holanda (cuadros 2). En los dos experimentos que incluyeron familias se utilizaron 54 familias de polinización abierta (cuadro 2 y 4). Las fuentes de semilla de Australia fueron de la parte norte y zonas tropicales de los estados de Queensland, Northern Territory y el Oeste de Australia.

Las semillas fueron colectadas por el Australian Tree Seed Centre of the Division of Forestry (CSIRO) y enviadas al Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del CATIE. La mayoría de la semilla fue enviada en lotes de grupos de árboles y en algunos casos se enviaron familias de árboles de polinización abierta. En ciertos casos colecciones de semilla de sitios diferentes en las mismas regiones de Australia y de América Central, se utilizaron en diferentes ensayos, teniendo la misma procedencia pero con diferente número de lote de semillas (BLSF).

Los espaciamientos utilizados variaron entre 2.0x2.0 m y 3.0x3.0 m y las edades entre 2.6 a 4.6 años. En todos los ensayos se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 a 12 tratamientos de procedencias y con 3 a 5 repeticiones. La unidad experimental fueron parcelas útiles de 5 a 25 árboles con una línea de árboles como borde. Con el objetivo de clasificar y comparar variabilidad entre procedencias y familias se hicieron análisis individuales y por grupo de experimentos en los casos que las procedencias fueron las mismas. La información analizada a nivel de promedios por parcela fue extraída del Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos (MIRA). Ugalde (1988), del Proyecto MADELEÑA del CATIE.

Las variables medidas fueron altura total, diámetro (DAP) y sobrevivencia. Para la estimación del volumen se utilizó el modelo desarrollado por Ugalde y Otárola (1981), para árboles de *E. camaldulensis* en plantaciones de Nicaragua.

## Resultados

La sobrevivencia y el crecimiento fueron aceptables en nueve de los sitios ensayados lo que permitió el análisis y la interpretación de las diferencias entre procedencias. En dos de los sitios en Panamá (PA052L y PA053L) el incremento medio anual en volumen fue menor de 3.0 m<sup>3</sup>/ha/año lo que no se consideró apropiado para determinar e interpretar diferencias entre tratamientos. El pobre crecimiento en estos sitios se atribuye, entre otros, a la falta de un buen control de malezas, y a que los sitios fueron áreas de pastoreo con suelos compactados. En los restantes 9 sitios en promedio, el incremento medio anual en volumen varió de 9 m<sup>3</sup> en Panamá hasta 40 m<sup>3</sup> en El Salvador. Los promedios por procedencias dentro de ensayos variaron de 6 hasta 44 m<sup>3</sup>/ha/año, mostrando alta variabilidad entre sitios y dentro de sitios.

Cuadro 1. Ubicación y datos climáticos de los sitios y ensayos de procedencias y familias de *Eucalyptus camaldulensis* en América Central.

País	Exp. (#)	Nombre del sitio	Altitud (msnm)	Zona de vida	PMA (mm)	TMA (°C)
GT	136L	La Máquina	100	bhST	1860	27,4
GT	160L	La Máquina	100	bsST	1870	27,4
HN	138L	Comayagua	570	bsPST	1035	24,6
HN	143L	I.N.F.O.P.	50	bhST	1373	26,0
SV	082L	Hda. La Carrera	75	bhST	1763	26,6
SV	095L	Tres Ceibas	470	bhST	1376	23,9
CR	173L	Nicoya	50	bhT	2176	27,1
PA	052L	Pese	60	bsT	1382	27,2
PA	053L	El Chiru	40	bsT	666	27,5
PA	100L	Sabana Grande	50	bsT	1162	26,6
PA	104L	Montijo		bhT	2630	26,0

PMA : precipitación media anual

Exp : experimento

TMA : temperatura media anual

CR : Costa Rica

GT : Guatemala

HN : Honduras

PA : Panamá

SV : El Salvador

Las procedencias fueron clasificadas dentro de cada ensayo con base en las variables incremento medio anual en volumen, altura total y sobrevivencia en porcentaje (cuadros 2 y 3). Como se puede observar en estos cuadros, se presentó un alto porcentaje de inconsistencia en la posición que ocuparon las procedencias entre ensayos, algunas procedencias cambiaron de posiciones de bajas a altas dependiendo de la variable analizada, sin embargo, un grupo de procedencias mantuvieron consistencia en la posición entre ensayos.

Los porcentajes de sobrevivencia fueron altos con un rango de 70 a 100%, a excepción de dos de los experimentos en Panamá, que fueron bajos, posiblemente debido a las razones mencionadas anteriormente. Para esta variable hubo poca consistencia en la posición que ocuparon las procedencias y diferencias significativas resultaron únicamente en los ensayos en Panamá.

En altura total resultó mayor consistencia en la posición que ocuparon las procedencias entre ensayos. Las procedencias que tuvieron mejor comportamiento fueron Wrothan Pk (WPA), Petford (PTA), Petford, León (LEN), y Gilbert R. (GRA), mientras que las procedencias más bajas en altura total fueron Tennant Ck (TRA), Katherine (KTA), Cockatoo Ck (CCA), Kimberly (KBA). Únicamente en dos de los ensayos hubo diferencias significativas dentro de las posiciones ocupadas por las procedencias (cuadro 4). Los incrementos medios anuales más altos en altura (IMA-ALT), fueron los de los sitios Tres Ceibas, en El Salvador con valores de hasta 5.0 m/año y en San Pedro Sula INFOP, Honduras con 4,5 m/año. Los sitios con crecimiento más bajo corresponden a Pesé, El Chirú, y Montijo en Panamá, con un rango de 1.0 a 2.0 m/año.

En incremento medio anual en volumen (IMA-VOL), que fue considerada la variable de mayor peso para la selección de las procedencias con mayor potencial, en general el patrón de comportamiento y ubicación del grupo de las mejores procedencias siguió la misma tendencia que en altura total, aunque con algunas diferencias en el orden de las procedencias, dentro de los niveles de baja, media y alta producción en volumen. Las procedencias con mayor productividad consistentemente fueron Wrothan Pk (WPA) y Petford-León (LEN), mientras que Petford (PTA) resultó alta en 4 experimentos pero quedó en lugares inferiores en dos de los ensayos. Similar fue el comportamiento de Katherine (KTA) que varió marcadamente entre alto y bajo. Las procedencias Cockatoo Ck (CCA) y Gilbert R (GRA) estuvieron consistentemente entre medio y bajo en todos los ensayos donde se probaron (cuadro 4). Las demás procedencias se mantuvieron en posiciones intermedias.

Los cambios más marcados en posición fueron en general, para la procedencia Petford. Diferentes fuentes de colección de semillas dentro de las regiones de Australia mostraron comportamientos muy diferentes. Esta misma tendencia ocurrió para un grupo pequeño de familias (4) y un grupo más grande (24), de las mismas áreas de recolección.

## **Discusión y conclusiones**

Los análisis mostraron marcadas diferencias en el comportamiento entre procedencias y también marcadas diferencias entre familias dentro de las mismas procedencias. Debido a que no existió una única procedencia que mostrara el mejor comportamiento en todos los ensayos, los resultados sugieren que para futuros programas de mejoramiento con esta especie se considere el grupo de las procedencias que consistentemente tuvieron mejor comportamiento en los diferentes ensayos. Así como, considerar en el programa de selección las mejores familias dentro de las mejores procedencias. En futuras evaluaciones de los ensayos es necesario evaluar variables morfológicas de los árboles

La procedencia Petford mostró alta producción y alta variación en el comportamiento entre muestras de semillas recolectadas en la misma área, lo que sugiere la necesidad de definir mejor las áreas de recolección dentro de una misma área geográfica.

Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados en ensayos de especies y procedencias en El Valle de Comayagua, Honduras (Gordon, 1994), con precipitación promedio de 883 mm y de 5 a 6 meses secos, en donde la especie *E. camaldulensis* procedencia Petford de Australia fue una de las especies con mayor crecimiento. Estos resultados reflejan el potencial de esta especie para plantaciones en áreas secas y semisecas en la región centroamericana.

A pesar de que Petford es una de las procedencias más probadas en varios países tropicales y con resultados buenos en producción, los resultados preliminares de los ensayos analizados en este estudio muestran alta variación dentro de la procedencia, tal es el caso de León (LEN1 y LEN 2) considerada una población naturalizada o "raza local", lo que sugiere mayor investigación de las procedencias de *E. camaldulensis* para el establecimiento de huertos semilleros y para futuros programas de reforestación en América Central.

### Literatura citada

Eldridge, K., *et al.* 1993. *Eucalypt Domestication and Breeding*. Oxford Science Publications. Oxford University Press Inc., New York. 288 p.

Gordon, J. E. 1994. Resultados preliminares de un ensayo de especies y procedencias de *Eucalyptus* en el Valle de Comayagua. 18 p. COHDEFOR-ODA-ESNACIFOR. Serie Miscelanea de CONSEFORH, Número 20-2/93. Siguatepeque, Honduras. 18 p.

Ruiz, M. P. y Salazar R. 1991. Fuentes de germoplasma de *Eucalyptus camaldulensis* Denh promisorias para América Central. Silvoenergía No. 47. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 4 p

Ugalde, A. L. y Otárola T. A. 1981. Tablas de volumen para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10 p.

Ugalde, A. L. 1988. The MIRA management information system for fuelwood and multi-purpose tree species research in tropical areas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 86-102.

Cuadro 2 Fuentes de material genético utilizado en los ensayos de *Eucalyptus camaldulensis* en América Central.

Experimento	Código familia	Procedencia	Número de BLSF	Experimento	Código familia	Procedencia	Número de BLSF	
GT136L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565	SV095L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565	
	KTA	Katherine	1825		KBA	Kimberly	1829	
	PTA1	Petford	1826		PTA5	Petford	4010	
	WPA	Wrotham Pk	1827		DIA	Dimbulah	4012	
	GRA	Gilbert R	1828		DPA	Dpry	4013	
	KBA	Kimberly	1829		IIA	Inglewood	4014	
	VRA	Victoria R	1830		CR173L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565
	CCA	Cockatoo Ck	1831			KTA	Katherine	1825
	TRA	Tennant Ck	1832			PTA1	Petford	1826
	ORA	Ord R	1833			WPA	Wrotham Pk	1827
FRA	Fitzroy Cr	1834	GRA	Gilbert R		1828		
GT160L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565	KBA	Kimberly	1829		
	PTA2	Petford	2796	VRA	Victoria R	1830		
	KTA	Katherine	2831-2842	CCA	Cockatoo Ck	1831		
	FRA	Fitzroy Cr	2843-2853, 2855-2857	TRA	Tennant Ck	1832		
	PTA6	Petford	2858-2872	ORA	Ord R	1833		
	WPA	Wrotham	2873, 2876-2887	PA052L	MAN	Matagalpa	1202	
MN138L	LEN2	Petford (León, Nicaragua)	1403		ZIM	Zimbabwe	1220	
	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565		LEN2	Petford (León, Nicaragua)	1403	
	GRA	Gilbert R	1828		LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565	
	TRA	Tennant Ck	1832		HOL	Holanda	1649	
	PTA2	Petford	2796		GUP	Guarare (Panamá)	2181	
	FEA	Ferguson R	4009		PA053L	MAN	Matagalpa	1202
	PTA3	Petford	4011	ZIM		Zimbabwe	1220	
PTA4	Petford (Brasil)	4015	LEN2	Petford (León, Nicaragua)		1403		
MN143L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565	LEN1		Petford (León, Nicaragua)	1565	
	KTA	Katherine	2831-2835, 2837-2840, 2842	HOL		Holanda	1649	
	FRA	Fitzroy Cr	2843-2853, 2855	GUP	Guarare (Panamá)	2181		
	PTA6	Petford	2864, 2867, 2869, 2872	PA100L	TRA	Tennant Ck	1832	
	WPA	Wrotham	2876, 2880, 2881, 2883, 2884, 2886, 2887		ORA	Ord R	1833	
SV082L	LEN1	Petford (León, Nicaragua)	1565		FRA	Fitzroy Cr	1834	
	PTA1	Petford	1826		ASS	Australia	s/n	
	WPA	Wrotham Pk	1827	PA104L	TRA	Tennant Ck	1832	
	GRA	Gilbert R	1828		ORA	Ord R	1833	
	KBA	Kimberly	1829		FRA	Fitzroy Cr	1834	
	VRA	Victoria R	1830		ASS	Australia	s/n	
	CCA	Cockatoo Ck	1831					
	TRA	Tennant Ck	1832					
	ORA	Ord R	1833					
	FRA	Fitzroy Cr	1834					

BLSF: número de lote del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE

s/n : sin número

Cuadro 3. Pruebas de rango múltiple Tukey para supervivencia, altura e incremento medio anual en volumen, para procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* en América Central.

Experi- mento #	Edad (años)	Proce- dencia	Supervi- vencia (%)	Proce- dencia	Altura promedio (m)	Proce- dencia	IMA volumen (m <sup>3</sup> /ha)
GT136L	4,6	VRA	98;	WPA	12,4;	PTA1	18,2;
		PTA1	96;	LEN1	12,1;	LEN1	17,7;
		FRA	93;	PTA1	12,0;	VRA	17,5;
		GRA	93;	VRA	11,6;	WPA	16,1;
		KBA	93;	GRA	11,4;	GRA	14,3;
		KTA	93;	ORA	10,8;	KBA	13,0;
		CCA	91;	FRA	10,6;	FRA	12,6;
		ORA	91;	KBA	10,4;	ORA	12,4;
		LEN1	91;	KTA	9,7;	KTA	11,0;
		WPA	90;	CLA	9,6;	CCA	9,4;
TRA	84;	TRA	8,6;	TRA	7,2;		
GT160L *	2,2	KTA	95;	WPA	9,6;	KTA	16,7;
		WPA	93;	KTA	9,4;	WPA	15,2;
		FRA	92;	LEN1	9,0;	LEN1	12,7;
		PTA	86;	PTA	8,9;	FRA	11,5;
		LEN1	82;	FRA	8,7;	PTA	11,3;
HN138L	2,6	PTA3	100;	PTA4	9,4;	PTA4	13,3;
		PTA2	97;	PTA3	8,8;	PTA3	12,9;
		LEN2	95;	GRA	8,7;	LEN2	11,2;
		LEN1	95;	TRA	8,6;	TRA	11,1;
		TRA	93;	PTA2	8,3;	FEA	10,3;
		FEA	93;	FEA	8,3;	PTA2	9,7;
		PTA4	91;	LEN2	8,1;	LEN1	9,3;
		GRA	70;	LEN1	8,0;	GRA	9,1;
HN143L *	2,6	WPA	86;	WPA	11,7;	WPA	20,8;
		KTA	83;	PTA6	11,0;	LEN1	16,1;
		FRA	82;	LEN1	10,9;	KTA	14,6;
		LEN1	74;	FRA	10,5;	FRA	13,1;
		PTA6	68;	KTA	10,5;	PTA6	12,5;
SV062L	4,5	WPA	94;	WPA	15,6;	WPA	43,9;
		TRA	94;	FRA	14,5;	ORA	36,0;
		ORA	91;	GRA	14,2;	VRA	34,2;
		GRA	85;	VRA	14,1;	LEN1	33,4;
		KBA	84;	LEN1	13,4;	PTA1	32,7;
		PTA1	84;	PTA1	13,2;	FRA	30,4;
		ORA	83;	ORA	13,1;	GRA	28,8;
		VRA	81;	KBA	12,8;	KBA	28,3;
		CCA	78;	CCA	12,6;	CCA	24,8;
		LEN1	71;	TRA	9,3;	TRA	13,2;
SV095L	2,5	LEN1	100;	PTA5	13,2;	LEN1	42,3;
		KBA	100;	LEN1	13,1;	DIA	42,3;
		TRA	100;	DIA	12,8;	PTA5	40,1;
		DIA	95;	IIA	12,4;	IIA	39,5;
		ORA	95;	KBA	12,2;	ORA	38,2;
		PTA5	90;	ORA	11,4;	KBA	38,0;

Cuadro 3. Continuación...

Experi- mento #	Edad (años)	Proce- dencia	Supervi- vencia (%)	Proce- dencia	Altura promedio (m)	Proce- dencia	IMA volumen (m <sup>3</sup> /ha)
CR173L	3,5	VRA	79;	PTA1	12,3;	PTA1	14,1;
		WPA	77;	TRA	11,3;	KBA	13,3;
		TRA	77;	GRA	11,2;	TRA	12,9;
		LEN1	76;	ORA	11,0;	WPA	12,1;
		KTA	74;	KBA	10,9;	LEN1	11,3;
		KBA	68;	KTA	10,9;	KTA	10,6;
		ORA	68;	WPA	10,8;	ORA	9,7;
		PTA1	66;	LEN1	10,7;	CCA	9,6;
		CCA	66;	CCA	10,6;	VRA	8,9;
		GRA	53;	VRA	9,8;	GRA	8,8;
PX053L	3,1	LEN2	92;	LEN2	6,7;	LEN2	3,7;
		LEN1	87;	LEN1	6,5;	LEN1	3,6;
		MAN	79;	MAN	5,5;	HOL	1,7;
		GUP	62;	GUP	4,5;	MAN	1,4;
		HOL	62;	HOL	4,3;	GUP	0,8;
		ZIM	47;	ZIM	4,0;	ZIM	0,4;
PX053L	2,2	LEN2	88;	LEN2	5,0;	LEN2	2,2;
		MAN	80;	LEN1	4,1;	LEN1	0,7;
		LEN1	76;	MAN	4,0;	MAN	0,7;
		ZIM	64;	GUP	3,3;	ZIM	0,2;
		GUP	60;	ZIM	3,2;	GUP	0,2;
		HOL	54;	HOL	2,7;	HOL	0,1;
PA100L	3,5	URA	90;	FRA	11,6;	FRA	24,3;
		TRA	86;	ORA	10,6;	ORA	17,4;
		TRA	56;	ASS	8,8;	TRA	7,4;
		ASS	44;	TRA	8,5;	ASS	6,0;
PA104L	2,2	ASS	66;	ASS	3,2;	-	-
		FRA	54;	FRA	2,8;	-	-
		URA	49;	URA	2,6;	-	-
		TRA	34;	TRA	2,2;	-	-

IMA: incremento medio anual

\* ensayo de familias, ver detalle de lotes de semilla en el cuadro ? .

! : no hay diferencias significativas entre tratamientos al 5%.

Cuadro 4. Pruebas de rango múltiple Tukey para supervivencia, altura e incremento medio anual en volumen, para familias por procedencia de *Eucalyptus camaldulensis* en América Central.

Experi- mento #	Edad (años)	Proce- dencia	Familia #	Supervi- vencia (%)	Proce- dencia	Familia #	Altura promedio (m)	Proce- dencia	Familia #	IMA volumen (m <sup>3</sup> /ha)
GT160L	2,7	KTA	2834	100	FRA	2846	10,1	PTA	2872	15,2
			2835	100		2852	9,8		2863	15,1
			2836	100		2853	9,7		2861	14,3
			2840	100		2845	9,2		2867	13,8
			2842	100		2850	9,1		2859	13,3
			2837	97		2843	8,8		2870	12,2
			2838	97		2855	8,7		2864	12,0
			2832	95		2844	8,6		2858	11,5
			2841	95		2848	8,6		2862	11,0
			2833	91		2847	8,5		2871	10,9
			2831	90		2849	8,2		2860	9,2
			2839	82		2857	7,9		2866	9,0
						2856	7,8		2869	8,0
						2851	7,2		2865	6,5
									2868	6,3
			HN143L	2,6		FRA	2853		100	WPA
2848	100	2886			12,4		2886	24,5		
2852	94	2880			12,2		2880	24,4		
2844	88	2876			12,2		2876	22,4		
2843	85	2883			12,0		2887	21,6		
2847	85	2881			10,6		2884	16,7		
2849	80	2884			10,4		2881	10,4		
2851	77									
2845	77									
2850	68									
2846	65									
2855	65									

IMA: incremento medio anual

! : no hay diferencias significativas entre tratamientos al 5%.

## RESULTADOS PRELIMINARES DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *Araucaria hunsteinii* EN COSTA RICA

R. Salazar<sup>12</sup>

**Summary:** *Araucaria hunsteinii* K. Schumann grows naturally in the humid areas of Papua New Guinea, where it is also extensively planted for timber and plywood production. Due to its good growth and excellent stem form, it has been introduced to many tropical countries.

In Costa Rica, *Araucaria hunsteinii* was introduced in the 60's at experimental level in humid areas between 600 and 1500 masl, where it showed excellent growth and form, high vigor and adaptation to heavy soils with poor drainage. However, lack of seed has been the main obstacle for the use of this specie in large reforestation programmes. This is further complicated by the recalcitrant nature of the seed, which makes storage difficult.

In a preliminary study to evaluate local seed production, evaluations were carried out during a period of three years in a 26 year old plot established at 650 masl in Turrialba and in a 28 year old plantation established at 1500 masl in Paraiso, Costa Rica. In average, 289 seed per cone were found in the Paraiso plot, while only 30 were found in Turrialba. The possible reasons and implications of these results are discussed.

### Introducción

El klinki pine o *Araucaria hunsteinii* es una conifera originaria de Papua y Nueva Guinea, donde se le encuentra creciendo en plantaciones puras o combinadas con otras especies de latifoliadas entre 800 y 1700 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 1600 mm por año, en suelos aluviales bien drenados. La especie alcanza hasta 85 m de altura y 100 cm de dap (Bin Haji Ali, 1964; Francis, 1988; Mesén, 1988).

Evans, 1980 menciona que el klinki pine es una de las especies preferidas en Papua y Nueva Guinea, donde es cultivada intensivamente para producción de madera aserrada y plywood. La especie tiene forma excelente, buena poda natural y aunque el crecimiento inicial es lento, alcanza incrementos anuales entre 20 y 30 m<sup>3</sup>/ha en rotaciones de 40 años.

En Malaysia la especie ha mostrado gran potencial y está siendo cultivada a nivel comercial, pero se enfrenta el problema de falta de semilla para suplir la demanda (Saboriah, 1979).

Las semillas de klinki pine son recalcitrantes y no pueden ser almacenadas por periodos largos; Bin Haji Ali (1964) menciona que la viabilidad se reduce aproximadamente 10% por semana o más durante las primeras cuatro semanas, después de ocho semanas la viabilidad se reduce casi a cero.

A mediados de la década de 1960 el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación Superior (CATIE), estableció en Turrialba una serie de pruebas de eliminación y comprobación de especies forestales nativas e introducidas, con el propósito de identificar especies con potencial para satisfacer diversas necesidades de la población y para ser cultivadas en una amplia gama de condiciones de sitio. Entre estas especies fueron incluidas la *A. hunsteinii*, *A. angustifolia*, *A. araucana*, *A. cunninghamii*, *A. excelsa* y *A. columnaris*. Con excepción de la *A. araucana* y *A. columnaris*, las otras han mostrado crecimientos satisfactorios.

En los últimos años en Costa Rica se ha empezado a promover el cultivo de *A. hunsteinii*, pero también se tiene el problema de suministro de semilla para cubrir la demanda.

<sup>12</sup> Proyecto Semillas Forestales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

En el presente trabajo se hace un análisis preliminar del potencial de producción de semillas de *A. hunsteinii* en las pequeñas parcelas experimentales establecidas hace 26 y 28 años en Turrialba. Juan Viñas y Paraíso, en Costa Rica.

### Características de los sitios y las parcelas

El Cuadro 1 resume algunas de las características de los cinco sitios donde fueron establecidas pequeñas parcelas experimentales de klinki pine; los tres primeros sitios se encuentran ubicados en terrenos del CATIE, los cuales están distantes uno del otro aproximadamente 2 km y presentan características muy similares. Los suelos de Puente Cajón son más pesados y más húmedos.

El Sitio en Juan Viñas está a 10 km del CATIE y casi al doble de elevación y se caracteriza por la alta precipitación, frecuentemente nublado y suelos fértiles de origen volcánico. En Paraíso está a 30 km de Turrialba y 20 km de El Sitio en Juan Viñas, los árboles están plantados en dos líneas, los suelos son de origen volcánico y con buena fertilidad, la elevación es ligeramente similar a la de El Sitio en Juan Viñas y el doble a la de los tres sitios de Turrialba.

Las características de crecimiento de la especie en los cinco sitios es relativamente similar, los incrementos medios en altura total fluctúan entre 1.79 y 2.02 m y el dap fluctúa entre 0.84 y 1.20 cm. Florencia Sur mostró los crecimientos mayores y Paraíso los crecimientos menores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de los sitios y de las parcelas de *Araucaria hunsteinii* en Costa Rica hasta 1995.

Sitio	Fecha de plantación	Elevación (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Zona de Vida (Holdridge)	No. árboles	dap (cm)	Altura total (m)
Arboretum	1966	600	2696	21.7	bmh-PT	8	57.6	24.5
Puente Cajón	1966	630	2637	21.7	bmh-PT	47	55.7	33.0
Florencia Sur	1968	630	2637	21.7	bmh-PT	22	54.5	32.5
El Sitio	1966	1200	4200	19.5	bmh-PT	64	51.2	33.6
Paraíso	1966	1500	2240	19.0	bmh-PT	68	51.9	27.0

En general en todos los sitios los árboles muestran excelente forma, buena poda natural de ramas y la capacidad de soportar altas densidades, aún en plantaciones maduras.

### Capacidad de producción de frutos y semillas

En los tres sitios en Turrialba y durante tres años de análisis se ha observado que los frutos femeninos aparecen a principios de año y empiezan a desarrollarse durante junio y julio y ya en agosto han alcanzado un tamaño promedio de 10 y 12 cm. En Juan Viñas y Paraíso el desarrollo se inicia entre marzo y abril.

Los conos femeninos se encuentran localizados en el primer tercio superior de la copa y en árboles de los bordes, posiblemente por efecto de competencia por espacio y luz. En Paraíso donde los árboles fueron plantados en hileras, el 68% de los árboles han mostrado conos femeninos, mientras que en parcelas sólo entre el 19 y el 27% producen conos.

Durante los tres años de observación se determinó que existe una variación considerable en el número de conos producidos por árbol por año. El Cuadro 2 muestra la producción de conos femeninos por sitios en 1994; como se puede observar existe una variación considerable entre sitios y entre árboles en un mismo sitio. El promedio general fue de 27 conos por árbol, pero en el Arboretum fue observado un promedio de 54 con un máximo de 55 como el sitio con mayor producción de conos. En florencia Sur el promedio fue de 20 como el más bajo con un rango de 9-27 entre árboles.

Cuadro 2. Características de los frutos de *Araucaria hunsteinii* en cinco sitios de Costa Rica

Sitio	Frutos/árbol		Dimensiones del fruto			Semillas/Fruto	
	X	Rango	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso verde (kg)	Desarrolladas (X)	Rango
Arboretum	54.0	53-55	16.8	13.3	0.960	5.8	0-30
Puente Cajón	22.7	15-31	17.4	12.9	1.489	1.0	0-4
Florencia Sur	20.5	9-27	17.8	13.9	1.259	10.5	0-89
El Sitio	31.0	21-41	13.2	11.8	0.721	2.0	0-6
Paraiso	--	--	17.3	12.4	1.276	81.2	0-289
X	27.1		16.5	12.9	1.141	20.1	

Las dimensiones de los conos son relativamente similares entre sitios, el largo promedio fue de 16.5 cm y varió de 13.2 a 17.8 cm entre sitios. El diámetro fue de 12.9 cm como promedio y la variación entre sitios fue de 11.8 en El Sitio hasta 13.9 en Florencia Sur. El peso verde promedio general fue de 1.141 kg/cono femenino, en El Sitio, en Juan Viñas el promedio fue de 0.721 kg como los más livianos y en Puente Cajón se observaron los más pesados con 1.489 kg promedio.

La producción de semillas desarrolladas por cono es muy variable entre conos de un mismo árbol, entre árboles de un mismo sitio y entre sitios. No hay relación entre el tamaño del fruto y el número de semillas desarrolladas (Cuadro 3).

En los tres sitios de Turrialba el promedio de semillas desarrolladas por cono fue superior a 10 y el rango entre conos fue de 0 a 89 semillas desarrolladas.

Las cosechas de 1993 y 1995 en cuatro sitios, dos árboles por sitio y cinco conos por árbol, muestran que el número de semillas desarrolladas por cono es muy irregular. En los tres sitios de Turrialba y en Juan Viñas es frecuente encontrar conos sin semillas; pero en algunos árboles mostraron más conos con un número relativamente más alto al promedio general que es de 20 semillas/cono.

En Paraiso donde los árboles están plantados en líneas, el promedio de semillas por cono fue de 81 con un rango desde 0 a 289 semillas (Cuadro 2), casi todos los conos tienen un número comparativamente más grande de semillas que en los demás sitios. La mayoría de los conos analizados mostraron más de 100 semillas desarrolladas.

El número total de semillas vanas y llenas por cono varió entre 830 y 1050; Bin Haji Ali (1964) menciona en Papúa y Nueva Guinea un promedio de 1200; además, indica que los frutos tienen un peso verde promedio de 1000 y 1750 kg. con un largo promedio de 15 cm.

Las semillas de los cinco sitios mostraron un alto porcentaje de germinación el cual varió entre 70 y 100% tanto en arena como en tierra. La germinación en vivero se inicia entre el día 8 y 10 y finaliza a los 15 ó 18 días; lo mismo ocurre en cámaras de germinación con ambiente controlado.

## Conclusiones

Los resultados anteriores muestran que existe entre sitios una gran variación con respecto a la capacidad de producción de semillas fértiles por cono de *A. hunsteinii* en Costa Rica. Aunque la producción de conos es alta, el número de semillas fértiles es muy bajo con excepción de los resultados observados en el sitio de Paraíso, donde es posible obtener en promedio una producción de 81 semillas viables por árbol.

Es importante identificar los factores que están afectando la producción de semillas viables por cono, es posible que esta variación se deba al efecto de la competencia entre árboles ya que en las parcelas los árboles de los bordes son los que producen más conos que los del centro de la parcela; además la competencia entre las copas puede estar afectando la distribución del polen; esto no ocurre en Paraíso donde los árboles en línea tienen mayor espacio disponible para desarrollar las copas y la diseminación del polen es más eficiente. Si esta fuera la razón, en el caso de las plantaciones se debería practicar aclareos para aumentar el espacio disponible por árbol y facilitar así la fertilización.

En Costa Rica las parcelas existentes de *A. hunsteinii* son muy pocas, lo que indica que la disponibilidad de semillas para establecer nuevas plantaciones es un factor limitante. Mesén, 1988 y Ng & Saboriah, 1979 indican que la especie tiene gran capacidad de enraizamiento por estacas, esto sería una alternativa para respaldar el interés por incrementar las plantaciones con esta especie.

## Literatura citada

- BIN HAJI ALI, I. 1964. A note on a visit to the forest of Papua on New Guinea. *The Malaysian Forester*, 27: 354-360.
- EVANS, J. 1980. Preliminary data on foliar nutrient levels in klinkii pine (*Araucaria hunsteinii*). *The Malaysian Forester*, 43(2): 212-218.
- FRANCIS, J. K. 1988. *Araucariaceae* in Puerto Rico. *Turrialba*, 38(3):202-202.
- Ng & SABORIAH, A. 1979. Research items (1) vegetative propagation of *Araucaria Hunsteinii*. *The Malaysian Forester*, 43(2):212-218.
- MESEN, F. 1988. Propagación vegetativa de *Araucaria hunsteinii* Sch. mediante enraizamiento de estacas. Tesis U.C.R. Costa Rica. 77 p.

## LA CIENCIA FORESTAL PARA EL CATIE HASTA EL AÑO 2000

Philip G. Cannon

La enorme variedad de opciones forestales para América Central, es tanto una bendición, como una maldición. Esta gran variedad se debe a diversos factores. Por ejemplo, hay 30 de las 116 zonas de vida de Holdridge, en América Central (Budowski, comunicación personal<sup>13</sup>). También hay grandes variaciones en las opciones para el negocio de la madera. Hay millones de pequeños productores que tienen ingresos que no sobrepasan los 1000 dólares por año; por otra parte, hay industrias multinacionales que están generando este monto de ingresos cada minuto de cada día, y hay una gran gama de situaciones intermedias.

En todos estos casos, la producción de árboles es el objetivo principal, pero ¿con qué propósito?; leña, madera sólida, astillas para pulpa, forraje, frutas, cortinas rompevientos, sombra para cultivos perennes; y ¿de qué manera? En plantaciones puras y en sistemas agroforestales (hay por lo menos 70 diferentes sistemas reconocidos); y mediante ¿qué sistema de regeneración?: natural o artificial. Además ¿cuál especie cultivar?

Después de 15 años de tratar de hallar las mejores especies arbóreas (en el Proyecto Madeleña), se encontró que hay unas 20 que pueden ser sobresalientes para plantaciones establecidas en una zona dada, o con un propósito dado. Para bosques naturales, puede haber el doble de este número de especies, que tienen potencial por su buen crecimiento y con una madera apreciada en el mercado.

Debido a esta amplia gama de opciones forestales en América Central, existe un gran número de investigaciones que podrían realizarse para mejorar cualquiera de ellas. El reto de este ejercicio es definir cuáles de estas opciones pueden y deben ser perseguidas.

Una situación evidente es que la decisión de cual investigación realizar, no sería tomada simplemente por el CATIE. Los intereses de los clientes del CATIE (las personas o entidades a las que el CATIE está tratando de ayudar), la voluntad de los donantes y el papel de otras instituciones que hacen investigaciones forestales, son otros factores que influirían en la decisión de en cuáles investigaciones puede involucrarse el CATIE.

La influencia de los donantes, quienes hasta la fecha, han sido la principal fuente de financiamiento, quizás merezca mayor atención. El CATIE (IICA en aquel entonces) fue fundado en 1942, con dinero estadounidense y por varias décadas después, fue considerado casi como una estación más de la USDA. Hasta prácticamente hoy en día, la influencia de los Estados Unidos ha sido predominante en el CATIE y los temas de investigación fueron impuestos por este donante. En los años 80, el tema impuesto por AID fue el de combatir la pobreza, por medio del desarrollo de los recursos naturales. Los clientes especiales, a quienes se quiere ayudar con estos proyectos, fueron los millones de desposeídos que habitan las zonas rurales de América Central. Mediante su influencia los EEUU y el CATIE, han podido convencer a varios otros países de Europa y a Canadá, de apoyarlos en este esfuerzo...

Muchos de los que trabajamos con estos proyectos en el CATIE en los últimos años, hemos podido ver que la respuesta a la oferta de una mejor tecnología, para la producción maderable en fincas rurales y en bosques naturales, ha tenido una tremenda acogida. Sentimos mucha satisfacción al saber que más de 100 000 productores ya están plantando árboles y que más de 40 000 ha de los bosques naturales están siendo manejados en forma sostenible. También sentimos que hay mucho más que se debe hacer y estamos prestos a participar en el proceso.

Pero, el hecho es que la voluntad del donante ha cambiado sustancialmente. La fecha crítica fue Junio de 1992, cuando prácticamente todas las naciones del mundo firmaron el acuerdo de Río, la agenda 11 señaló que la biodiversidad de los bosques existentes y su papel en la regulación del medio ambiente, sería la primera importancia. en el mismo mes, el "United Nations Framework Convention on Climate Change" ratificó la determinación de reducir el CO<sup>2</sup> siendo liberado a la atmósfera. (Heiner, 1995).

<sup>13</sup> Dr. Gerardo Budowski, Asesor del CATIE.

Lo que no fue señalado en estos acuerdos, pero que fue implicado indirectamente porque no hay un fin de fondos para la ayuda internacional, es que temas anteriores, como la lucha contra la pobreza, por sí mismo, estarían relegados a la obsolescencia.

A pesar de que la conservación de la biodiversidad y el secuestro del carbono, son fuertemente indicados como metas deseables, realmente no habían ideas claras sobre cómo lograr estos objetivos. Por este motivo, gran parte de los proyectos nuevos, desde 1992, han sido exploratorios en su naturaleza: proyectos con el propósito de determinar cómo conservar el medio o secuestrar en forma eficaz el CO<sub>2</sub>. Todos los proyectos han sido muy pequeños en escala, "a ver si este funciona a nivel de una finca o un departamento". Esto no ha favorecido la participación del CATIE, por lo menos en el corto plazo, porque el CATIE tiene un mandato regional.

No obstante, algunos de los primeros resultados obtenidos indican que ni los proyectos de biodiversidad, ni los proyectos de secuestro de CO<sub>2</sub>, tendrán oportunidad de éxito a menos que la gente de la región del proyecto, decidan involucrarse en ellos. También, indicaban que la viabilidad económica del proyecto era la única manera de ganar el apoyo del pueblo.

Otra lección que se está aprendiendo de estos "nuevos proyectos" (casi más como estudios), es que los esfuerzos para estimular la plantación de árboles, en plantaciones puras o en sistemas agroforestales, quedan distantes un segundo atrás de la conservación de bosques naturales, tanto por su capacidad de conservar la biodiversidad, como por secuestrar carbono. Esto sugiere que globalmente, habrá menor apoyo para proyectos de plantación de árboles comparado con el periodo anterior a 1992. La gran excepción a esta tendencia es que también ya hay otro esfuerzo importante emergiendo a nivel internacional; este es el mundo de los negocios forestales internacionales. Un aliado algo raro que viene a ayudarles y éste son los fondos disponibles para reducir el dolor causado por la reestructuración del gobierno hacia un mundo neoliberal.

El interés de las industrias es sencillo; la madera en casi cualquier forma está volviéndose más valiosa. Un motivo grande para eso es que los países del norte están restringiendo el corte anual en sus bosques nacionales. Por ejemplo, los bosques nacionales de los EEUU, los cuales proveían el 70% de toda la madera usada por las industrias en 1992, ahora sólo proveen el 20% de la madera que proveían antes. Como resultado, algunas compañías han cerrado, pero muchas otras han generado ingresos record; han podido comprar madera de otras fuentes y han pasado los gastos más un margen de ganancias al consumidor. Los informes semestrales a inversionistas confirman esta situación. Como resultado de esta situación, dichas empresas de productos forestales tienen mucho dinero para invertir en la búsqueda y desarrollo de nuevos recursos madereros, pero no van a invertirlo en los Estados Unidos (Bruce Cabrarle, comunicación personal <sup>14</sup>). Una situación aún más desesperada está desarrollándose en Asia, donde Japón, Taiwan, Malaysia y otros países "desarrollados", han acabado con la madera de isla tras isla del sureste de Asia y el Pacífico, y ya están poniendo la mira en América Central. Tienen que mantener sus plantas papeleras en marcha y hay una "hambruna" para la madera pálida sólida. Esta situación se repite en Europa, donde los mercaderes han dependido de los bosques de Africa, que ya han pasado sus límites de abastecimiento.

Debido a esta situación, hay muchas empresas forestales que estarían dispuestas a invertir en plantaciones o en el aprovechamiento de bosques naturales. Esto puede dejar un sabor un poco amargo a muchas personas que viven en la zona y también son ecólogos. La idea de tener "repúblicas de madera" como hay "repúblicas de banano"; puede parecer dura. No obstante, hay otros dos factores que podrían argumentarse en favor de este concepto. Uno es que en el futuro, la madera que se va a producir, probablemente tendría que ser certificada, tanto para pulpa, como para madera sólida y se estaría vendiendo a un buen precio; esto daría la garantía de que esta madera sería producida en la forma más benigna y sostenible posible.

El otro factor es que los trópicos de América Latina, ahora más que nunca, tienen que depender de sus recursos naturales para procurar sus ingresos. Con el neoliberalismo, un gran número de funcionarios del gobierno están perdiendo sus trabajos en el sector público, y tienen que buscar nuevos trabajos con el sector privado. También los gobernantes sienten una gran presión de buscar empleos para millones de personas pobres que no tienen empleo o que son subempleados.

<sup>14</sup> Bruce Cabrarle, World Resources Institute, Washington D.C.

Qué mejor manera de poner los terrenos marginales (los que no sirven para una agricultura productiva) en plantaciones y en bosques naturales manejados, con la finalidad de obtener un producto intermedio, que podría ser más elaborado para luego venderlo a mercados hambrientos, tanto locales, como en el exterior.

En conclusión, entonces, a pesar de que el CATIE ha perdido respaldo en algunas de sus actividades forestales, el porvenir para la investigación forestal del CATIE, podría ser muy activa en dos frentes. Por un lado, hay que encontrar cómo el CATIE pueda servir a los donantes que quieran conservar la biodiversidad y secuestrar carbono. Por otro, hay que ver si hay arreglos para atraer, apoyar y aprovechar los intereses de las industrias multinacionales. El papel más positivo del CATIE en todo esto, podría ser el de mostrarles y ayudar a los medio ambientalistas por un lado y los multinacionales por otro, cómo podrían desarrollar proyectos e industrias, respectivamente, que cumplan con los requisitos de estos grupos, pero al mismo tiempo, que en el pueblo centroamericano en mucho mejor condición que sin estas actividades.

A continuación y para terminar, me gustaría dejarles algunas ideas de cuáles podrían ser algunos de los objetivos principales de futuras investigaciones forestales en el CATIE. Las investigaciones específicas a realizar serían para un foro más prolongado.

### **Biodiversidad**

Definir medios eficientes, económica y socialmente aceptables a la gente involucrada, para conservar la biodiversidad en América Central. Por supuesto, gran parte de este trabajo sería en las zonas de amortiguamiento y en los terrenos entre las zonas protegidas que aún quedan en el Istmo.

### **Secuestro de carbono**

Definir medios eficientes y aceptables para la gente involucrada en secuestrar carbono, de manera que cumplan con los requisitos de obtener créditos con diversos métodos de conservar y generar árboles.

### **Facilitador de Actividades Medio Ambientales**

Las indicaciones apuntan a que habrá muchos fondos disponibles para realizar actividades de conservación del medio ambiente, pero también se sabe que los servicios forestales, ONG y otras organizaciones centroamericanas están mal preparadas, tanto para solicitar proyectos de esta índole, como para cumplir con sus requisitos. Se puede ofrecer, por ejemplo, un curso de quizás tres semanas sobre este tema, probablemente en conjunto con el INCAE. También, se pueden tener algunos estudiantes de maestría o doctorado, para que realicen su tesis sobre el tema.

### **Industrias forestales**

La idea de estimular y controlar las industrias forestales a partir de plantaciones, no es un concepto bien desarrollado en ninguno de los países centroamericanos. Algunos de los primeros pasos pueden ser: determinar cuáles industrias podrían desarrollarse, basadas en el potencial de crecimiento de varias especies maderables o para pulpa, de la tenencia de la tierra, posibilidades infraestructurales, recursos humanos, mercados anticipados y otros factores que caracterizan a cada una de las diferentes localidades de América Central.

El siguiente paso sería determinar las posibilidades económicas para cada posible industria que haya pasado la primera "tamizada".

Otro paso sería determinar la conveniencia social de desarrollar una industria en un área dada. Eso es algo en lo que el CATIE está especialmente bien colocado; por ser una organización de la región, tendría los mejores intereses del pueblo centroamericano en mente, cuando se trate de considerar una industria.

En la misma línea, otro aspecto que el CATIE puede desarrollar es un centro de información para las industrias que buscan posibles sitios para establecer plantas locales y un equipo técnico que pueda brindar muchas de las consultorías, que serían importantes para concebir y planear industrias forestales con un porvenir prometedor.

## MANAGEMENT OF TROPICAL PLANTATIONS UNDER STRESS

Dr. Glenn Galloway  
Dr. Luis Ugalde  
M.Sc. William Vásquez

**Abstract:** Silvicultural management of tropical plantations has lagged far behind advances in plantation establishment. Even though lack of thinning in fast growing plantations rapidly leads to competition induced stress, reforestation programs in many tropical countries have failed to recognize the urgency of the problem. Quantitative tree characteristics including live crown ratios, height-diameter ratios, diameter and height increments are useful indicators of tree and stand vigor. Practical approaches to plantation management are described which are being applied in plantations of teak, melina, eucalypt and other species in Central America. Promising areas of research are outlined including stand dynamics of tropical plantations and the need for long-term monitoring of permanent plots in thinned stands.

## MANEJO SILVICULTURAL DE PLANTACIONES FORESTALES BAJO EL "ESTRES"

**Resumen:** El manejo silvicultural de plantaciones forestales tropicales no ha progresado al mismo ritmo que los avances en el establecimiento. Aunque la falta de raleos en plantaciones de rápido crecimiento conduce, en poco tiempo, al "estres", inducida por la competencia, la mayoría de los programas de reforestación no han reconocido la magnitud del problema. Las características cuantitativas como porcentaje de copa viva, relaciones entre altura y diámetro, incrementos en diámetro y altura, son indicadores útiles para medir el vigor de árboles individuales y de rodales. Se describen brevemente estrategias para el manejo silvicultural de plantaciones de teca, melina, eucalipto y otras especies que se aplican en América Central. Se mencionan algunas áreas prometedoras de investigación, incluyendo aspectos relacionados con la dinámica de plantaciones tropicales y la necesidad de establecer parcelas permanentes en rodales bajo manejo.

## RESISTANCE TO THE MAHOGANY SHOOT BORER: RESULTS OF RESEARCH AT CATIE, 1990-1995

Jonathan Cornelius<sup>a</sup>, Marvin Hernández<sup>a</sup>, Adrian Newton<sup>b</sup>, Allan Watt<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Tree Improvement Project, CATIE, Turrialba, Costa Rica

<sup>b</sup>University of Edinburgh, Edinburgh, Scotland

<sup>c</sup>Institute of Terrestrial Ecology, Penicuik, Midlothian, Scotland

**Summary:** The shoot borer *Hypsipyla* prevents successful plantation silviculture of mahogany and other commercially important Meliaceae. The present article describes the results to date of a programme of research on genetic variation in resistance to attack, initiated by CATIE and the Institute for Terrestrial Ecology, Scotland, in 1990. The three genetic tests described demonstrated the existence of provenance-level and family-level variation in resistance to attack. It is concluded that deployment of selected germplasm has potential as one element of a pest management system for *Hypsipyla*.

### Introduction

The attack of the shoot-borer *Hypsipyla* (Lepidoptera: Pyralidae) has long been recognized as a critically limiting factor in the successful plantation silviculture of mahogany (*Swietenia* spp), African mahogany (*Khaya* spp) and Spanish cedar (*Cedrela* spp.) (1,3,4). Although the insect has been closely studied (7), until recently, with the exception of work at the species level (2), there had been no efforts at approaching the problem through germplasm selection and breeding for resistance (5). For this reason, in 1990, CATIE, in collaboration with the Institute for Terrestrial Ecology, began a pilot programme of research into resistance breeding in *Cedrela* and *Swietenia*. In the present document we report results of three genetic field tests.

### Materials and methods

In February 1991, provenance trials of *Cedrela odorata* and *Swietenia macrophylla* were established in Turrialba, Costa Rica. Each trial had five provenances. The mahogany provenances (Guajataca, Puerto Rico; Juan Díaz, Puerto Rico; Honduras; Trinidad; Haiti) were represented by bulked lots. Experimental design was randomized complete blocks, with 25-tree square plots and five blocks. Each of the *Cedrela* provenances (Cañas, Carmona, Hojanca, San Carlos (all Costa Rica); Trinidad) was represented by progeny of five trees. Experimental design was randomized complete blocks, with five-tree family line plots and nine blocks. The trials were assessed fortnightly for shoot borer attack and phenology from 22 April 1991 until early December 1992. Tree height was measured after 26, 56 and 88 weeks, and form evaluations (height to first branch and number of forks) made at 141 weeks (*Cedrela*) and 177 weeks (*Swietenia*). Analyses of variance of block and provenance effects was carried out. Further details on these two experiments are given elsewhere (6). In September 1994, a second *Cedrela* trial was established in San Carlos, Costa Rica. Six Costa Rican provenances were included (Cañas, Cóbano, Guápiles, Hojanca, San Carlos, Talamanca), each represented by five families. Design was randomized complete blocks, with three tree line plots and ten blocks. Tree height and presence of *Hypsipyla* attack was assessed in March, July, September and October 1995. In addition, in October 1995 the presence or absence of a dominant leader was assessed. Trees were also scored 1 (present) or 0 (absent) for tolerance, where a tolerant tree was defined as one that had been attacked at least once and had retained a dominant leading shoot, whereas an intolerant tree was defined as one that had been attacked and had no dominant leader. Trees that had never been attacked were considered to be missing values for tolerance. In addition, a score for degree of tolerance was derived; tolerance degree for those trees that scored 1 for tolerance was set equal to the total number of attacks. Tolerance degree of trees with zero tolerance was also zero. Analyses of variance of block, provenance and family effects were made for all variables

## Results

In all three trials, strong temporal trends were noted. The 1991 *Cedrela* trial evinced peaks in attack in May 1991 and, particularly, May-June 1992. The mahogany trial was virtually unattacked during the first year of growth, but experienced a sharp peak of attack from May to June 1992. The second *Cedrela* trial was unattacked at the time of the first evaluation in March 1994. By May, 14% of the trees were being attacked, rising to 56% in July, thereafter declining to 27% and 29% respectively in September and October. There is thus evidence that, at least in the Atlantic zone of Costa Rica, attacks tend to be concentrated in the May-July period, although the tail-off in attack has not been as marked in San Carlos as in the Turrialba trials.

### *Genetic variation in attack and tolerance*

#### *Swietenia macrophylla*

At the time of peak attack, there were significant differences between the provenances in mean number of attacks per tree ( $p=.01$ ), number of forks ( $p=.001$ ), proportion attacked ( $p=.001$ ) and height to the first fork ( $p=.01$ ). The Juan Diaz (Puerto Rico) provenance was markedly superior in the first three characteristics, although its height at 68 weeks was 16.7% less than the best source.

#### *Cedrela odorata*

In the 1991 trial, at the time of the second peak there were significant differences in number of attacks per tree ( $p=.001$ ), number of forks ( $p=.001$ ), height to the first fork ( $p=.001$ ), and the proportion of trees attacked ( $p=.001$ ). The Costa Rican dry-zone provenances were attacked least (e.g. means of 0.94 and 2.3 attacks per tree in Hojancha and San Carlos respectively). However, the San Carlos provenance was much faster growing (3.1m (San Carlos) v. 1.5m (Hojancha)) and had the best form.

In the 1994 trial, in October 1995 there was highly significant variation between the provenances in mean number of attacks per tree ( $p=.0001$ ) (e.g. Hojancha  $1.5\pm 0.8$ , San Carlos  $3.6\pm 0.8$ ), mean number of trees attacked ( $p=.0001$ ) (e.g. Hojancha  $0.6\pm 0.2$ , San Carlos  $0.9\pm 0.05$ ) and mean height ( $p=.0001$ ) (e.g. Hojancha  $0.8\text{m}\pm 0.2\text{m}$ , San Carlos  $1.3\text{m}\pm 0.25\text{m}$ ). The mean number of attacks per tree and mean number of trees attacked was significantly ( $p=.0001$ ) lower for the dry zone provenances than the wet zone provenances. The mean height of the wet zone provenances was significantly ( $p=.0001$ ) greater than that of the dry zone provenances. There were no significant differences in dominance between the provenances, and no significant differences in tolerance. However, degree of tolerance showed highly significant ( $p=.0001$ ) provenance effects (e.g. Hojancha  $1.3\pm 0.5$ , San Carlos  $2.9\pm 0.7$ ) and, in addition, the wet zone provenances showed significantly superior tolerance degree and tolerance ( $p=.0001$ ,  $p=.07$ , respectively) to the dry zone provenances.

Because of the evidently strong zonal provenance effect, the dry-zone provenances were eliminated from the family-level analysis, in order to avoid undue confounding of family and provenance effects. The analysis therefore included five families from each of Guápiles, San Carlos and Talamanca, plus three families from Upala, which were excluded from the provenance analysis on grounds of inadequately representing the Upala source. The analysis of the October 1995 data revealed significant family effects on total height ( $p=.0004$ ) (e.g. best family  $1.7\pm 0.6\text{m}$ , worst  $0.9\text{m}\pm 0.4\text{m}$ ) and total number of attacks ( $p=.0007$ ) (e.g. most severely attacked family  $5.7\pm 1.9$  attacks per tree, least severely attacked family  $2.1\pm 0.7$  attacks per tree). There were no significant family effects of proportion of trees attacked, tolerance, or tolerance degree.

## Discussion and conclusions

The trials clearly demonstrate the existence of genetic variation in resistance to the attack of *Hypsipyla*, both in the case of *Swietenia* and *Cedrela*. However, both for purposes of application of the results and design of future research directions, it is important to appreciate the scope of the research to date and the nature, particularly with regard to genetic structure, of the variation identified. The *Cedrela* trials provide very clear evidence for major

genetic differences between the provenances from the seasonally-dry Pacific watershed and those from the Atlantic zone. The magnitude of the growth differences are such that Pacific provenances would be unlikely to be selected for planting in the Atlantic zone, whilst their relative freedom from attack may in any case be a function of their size and consequent lower number of oviposition and feeding sites. There are, however, clear indications in the data of more practically useful forms of genetic variation. The continuing fast growth and good form of the San Carlos provenance and particularly the existence of genetic variation in attack severity within the broadly similar Atlantic zone provenances, are highly encouraging. At the same time, the failure to detect variation in tolerance within the Atlantic zone material is disappointing. Future research will concentrate on clonal testing of Atlantic-derived material and the development of an integrated pest management system of which superior germplasm will be one element.

## Literature Cited

- Fors. A.J. 1941. Informe sobre plantaciones forestales en Cuba. Carib. For. 2: 138-140.
- Grijpma, P. 1970. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F.v.M.) C. DC. and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attacks of *Hypsipyla grandella* (Zeller) in Turrialba, Costa Rica. Turrialba 20: 85-93.
- Kalshoven. L.G.E. 1926. Beschadigingen, ziekten en plagen van mahonie (*S. mahagoni* en *S. macrophylla*), aangeplant op Java. Mededeel. Inst. Plantenzickton (Java) 69: 1-126.
- Nelson-Smith, J.H. 1941. The formation and management of mahogany plantations at Silk Grass Forest Reserve (British Honduras). Carib. For. 3: 74-78.
- Newton. A.C. 1993. The mahogany shoot borer: prospects for control. For. Ecol. Manage. 57: 301-328.
- Newton, A.C.; Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E.A.; Watt, A.D. In prep. Selection for resistance to the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Zeller). II. Genetic variation in susceptibility to pest attack.
- Whitmore, J.L. (ed). 1976. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. IICA Miscellaneous publication No. 101.

# **PRODUCCION Y CONSERVACION EN BOSQUES HUMEDOS DE COSTA RICA: LOS EFECTOS DEL APROVECHAMIENTO DE MADERA Y EL TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS ARBOLES Y LA BIODIVERSIDAD VEGETAL**

Bryan Finegan, Marlen Camacho, Luís Diego Delgado, Patrick Meir, David Quirós, Almeida Siteo, Nelson Zamora

## ***Summary: Production and conservation in Costa Rican rain forests: the effects of logging and silviculture on tree growth and plant biodiversity***

Tropical rainforest management is increasingly required to seek multiple objectives of production, protection and conservation. Research in the Key Sites of CATIE's Natural Forest Management Unit seeks to address these objectives. At one such Key Site - an originally mature tropical rainforest in northeastern Costa Rica (200 m.a.s.l., infertile acid clay soils, annual precipitation 4,000 mm), impacts of controlled logging in 1990 and subsequent liberation of potential crop trees in 1991 are being monitored in permanent sample plots (PSPs). Results to 1994 are presented for commercial diameter growth, forest composition and plant species-richness under two treatments (three PSPs each): logging only (T1) and logging plus liberation (T2). Overall, commercial median annual increments were ca. 0.5 cm, but increased significantly after liberation to 0.9 cm in T2. Mean species richness  $\geq 10$  cm dbh declined in T2 while increasing in T1. Population structures of non-commercial large tree species in the plots were markedly affected by the silvicultural intervention. Species richness for individuals  $\geq 2.5$  cm did not vary between treatments, though it did vary at a smaller scale, between patches of undisturbed forest and gap/trail habitats, being lower in the latter. Gaps, however, had a more diverse vegetation than that of trails. These results are in broad agreement with the principle that the more intense the intervention, the greater the resulting forest productivity and, conversely, the resulting reduction of biodiversity. Continuation of this research over the long term, and economic and financial analyses of management options, are necessary to provide an adequate information base for decision taking.

## **Introducción**

Las condiciones para la conservación de la biodiversidad de los trópicos no se lograrán únicamente a través de las áreas bajo protección estricta; así mismo, la protección estricta no puede ser la única opción de manejo de los bosques tropicales, ante las necesidades de la creciente población de los trópicos, tanto como de las naciones que habita. Por lo tanto, el manejo de los bosques húmedos tropicales para fines de producción debe buscar no solo un flujo sostenible de madera y otros productos, sino también la conservación de la mayor cantidad posible de la biodiversidad original del bosque, además del mantenimiento de las funciones de protección del mismo.

El manejo de un bosque húmedo tropical para la producción sostenible de madera es factible desde el punto de vista técnico, no se sabe, sin embargo, qué es lo que se conserva en bosques manejados, ni cómo se conserva, ni - fuera de algunos principios muy generales - que se debe hacer para lograr la conservación óptima de la biodiversidad en un bosque manejado. Dentro de este contexto, las investigaciones que se desarrollan en los Sitios Clave de la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE enfocan no solo el proceso de producción sostenible de bienes como la madera, sino también, el efecto de dicho proceso sobre el ecosistema forestal y su biodiversidad. El presente trabajo informa sobre dos aspectos del manejo del bosque en uno de nuestros Sitios Claves - el crecimiento de la masa comercial maderable, y la dinámica de la biodiversidad vegetal.

## **Métodos**

El trabajo se desarrolla en el Sitio Clave de La Tirimbina en el noreste de Costa Rica. Es un bosque muy húmedo tropical, originalmente maduro, ubicado a 200 m.s.n.m. Los suelos son muy ácidos de baja fertilidad, y la precipitación promedio anual alcanza 4,000 mm. Se realizó en 1990 un aprovechamiento controlado (se cosecharon 10 árboles ha<sup>-1</sup>,  $\geq 60$  cm dap), seguido en 1991 por una liberación silvicultural de árboles de futura cosecha  $\geq 10$  cm dap. El monitoreo de dicho impacto se realiza en 6 parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 1.0 ha cada

una. en las cuales se registró el dap y otras características de todos los individuos  $\geq 10$  cm dap durante el periodo 1990-1994. Tres de las PPM se dejaron como parcelas testigo, T1 (aprovechamiento de madera sin tratamiento) y el tratamiento de liberación se aplicó en los tres restantes (T2). Todos los individuos en las PPM son identificados a nivel de especie.

Como la biodiversidad vegetal de un bosque húmedo tropical es mucho más que solo árboles, se estableció en 1994 una submuestra de parcelas de 5 m x 5 m en la cuál se monitorean todos los individuos  $\geq 2.5$  cm dap (incluidas lianas y especies herbáceas). Estas parcelas se distribuyeron al azar en cuatro grupos de 25 en cada uno de T1 y T2, dando 4 muestras, de área total de 0.1 ha, bajo cada tratamiento.

El presente informa sobre los resultados del periodo 1990-1994, para el crecimiento diamétrico de las especies comerciales, la riqueza total de especies y las estructuras poblacionales de algunas especies importantes, comparando T1 con T2.

## Resultados y discusión

Para 1994, el área basal total  $G$  en T2 disminuyó a un 70% de su nivel antes del aprovechamiento y el tratamiento silvicultural, mientras que en T1,  $G$  mostró un aumento ligero. Como se demostró en la Semana Científica 1993, la mediana de los incrementos de las especies comerciales fue de 0.5 cm año<sup>-1</sup>, y se mostraron correlaciones significativas de los incrementos con la iluminación y la forma de copa de los árboles. Posteriormente, se hizo evidente un aumento marcado de los incrementos en T2, de manera que la mediana alcanzó 0.9 cm año<sup>-1</sup> en el periodo 1993-1994; la diferencia entre tratamientos fue altamente significativa.

En 1990, después del aprovechamiento pero antes del tratamiento silvicultural, el promedio de la riqueza florística fue de 100 especies ha<sup>-1</sup> en T1 y 104 ha<sup>-1</sup> en T2. Después del tratamiento silvicultural, en 1994, la riqueza decayó a 93 especies ha<sup>-1</sup> en T2 (esto debido a la eliminación de las PPM de algunas especies representadas por un solo individuo en las mismas), mientras que subió a 107 ha<sup>-1</sup> en T1. Además de los cambios de riqueza de especies, las estructuras poblacionales de las especies arbóreas no-comerciales fueron marcadamente afectadas por el tratamiento, con la desaparición de la mayoría de los individuos grandes de las familias Sapotaceae y Chrysobalanaceae que caracterizan los bosques originales de la zona.

Para individuos  $\geq 2.5$  cm dap, no hubo efecto del tratamiento silvicultural sobre la riqueza florística en 0.1 ha. Si varió la riqueza en esta clase de tamaño, sin embargo, al comparar microhabitats distintos dentro del bosque: así, rodales de bosque no afectados por el aprovechamiento tuvieron más especies e individuos que claros de tala y caminos de extracción. A la vez, la vegetación de los claros de tala presentó una mayor diversidad que la de los caminos, mostrando que las consecuencias para la biodiversidad de estos dos tipos de perturbación provocado por el aprovechamiento, son diferentes.

## Conclusiones

Hasta la fecha, esta investigación ha mostrado que el aprovechamiento planificado y controlado de madera es factible, técnica- y económicamente, en bosques de la Zona Norte de Costa Rica. El presente trabajo demuestra además que una intervención silvicultural sencilla genera un aumento marcado de la productividad de madera. El aprovechamiento de madera en el bosque estudiado ha sido de baja intensidad y se concluye que por sí solo, no ha afectado la riqueza de especies vegetales. Los tratamientos silviculturales, sin embargo, si efectúan una reducción local inmediata de la riqueza de especies. De los microhabitats disturbados por el aprovechamiento, los claros de tala presentan una vegetación inicialmente rala pero de alta diversidad, mientras que los caminos de extracción se identifican claramente como microhabitats de baja riqueza y diversidad. Las consecuencias posibles para la composición y riqueza del bosque, de los cambios microclimáticos ocasionados por la intervención, solo podrán detectarse a través de estudios continuos durante los próximos 20 años.

## **LA DINAMICA DE LOS BOSQUES HUMEDOS NEOTROPICALES SECUNDARIOS: RESULTADOS DE UN ESTUDIO DE 8 AÑOS, Y SUS IMPLICACIONES PARA EL MANEJO FORESTAL**

Bryan Finegan, Lucrecia Guillén

**Summary:** The dynamics of neotropical secondary rain forests: results of an eight-year study and their implications for forest management.

Systematic research on the ecology and management of secondary forests implemented at CATIE during the 1980s aims to fill many of the important current gaps in information on these forests. This paper reports on one component of CATIE's research in this field: that of stand dynamics in secondary rain forests, and its application to silviculture and management for production of timber. Permanent sample plots in forests of initial ages between 1.5 and 25 yr were monitored over an 8 yr period. Results indicate that the recovery of forest basal area follows a complex curve dependent on the population dynamics of the dominant species, rather than the sigmoidal curve traditionally envisaged by successional theory. Individual species populations are organised into hierarchies of tree height and access to solar radiation; the position of a given species in these hierarchies appears to be constant. A three-level classification of species populations was established on the basis of their temporal patterns of recruitment and mortality. A single pattern of change in size distributions, from straight lines of negative slope to mound shapes, appears to underlie the dynamics of all species populations; changes in size inequality similarly agree with predictions derived from theoretical studies of even-aged plant stands. Our results confirm that existing techniques for the management of even-aged forests may be adapted to the management of many tropical secondary forests.

### **Introducción**

Grandes áreas deforestadas para la agricultura o ganadería en los trópicos húmedos son posteriormente abandonadas, e incluso en algunos casos, se abandonan inmediatamente. Estos sitios son recolonizados por vegetación y fauna a través de una sucesión secundaria, de la cual P.W. Richards estableció hace 40 años que "Ningún aspecto de la ecología de los bosques húmedos tropicales es de mayor valor práctico, o promete resultados de mayor importancia teórica". El potencial de avance en la comprensión teórica de las sucesiones a través del trabajo en los trópicos húmedos ha sido cumplido solo en parte. Mientras tanto, la importancia del potencial práctico de tales trabajos ha llegado a ser enorme, debido a que los bosques secundarios cada vez son más reconocidos como un recurso natural importante.

Existe un grado de consenso sobre un modelo de descripción general de sucesiones secundarias neotropicales, pero se evidencian grandes brechas en su comprensión cuando se refiere a la tercera fase sucesional, debido a que la mayoría de los trabajos existentes hasta la fecha involucran vegetación joven (menor de 10 años de edad), que está dominada por especies pioneras de corta vida. Esta situación es particularmente lamentable, porque una parte significativa de la información base necesaria para el manejo de bosques secundarios, ya sea para propósitos de producción o para recuperación de biodiversidad - para enumerar solo dos posibilidades - debe considerar bosques de mayor edad y las especies que los conforman.

Desde su implementación, la investigación desarrollada por el CATIE sobre la ecología aplicada y manejo de bosques húmedos tropicales secundarios tiene un particular énfasis en bosques de mayor edad, y en el crecimiento y dinámica poblacional de las especies de árboles de larga vida que dominan estos bosques. En la Semana Científica de 1993 presentamos las tasas de crecimiento en bosques secundarios y los factores que las afectaban. En el presente documento, aplicamos los resultados de 8 años de estudios para desarrollar la comprensión de la dinámica de la tercera fase de estos rodales, así como también de las poblaciones individuales de las especies de árboles que los conforman.

## Métodos

La investigación es llevada a cabo en una red de parcelas permanentes de medición (PPM) en bosques secundarios de edades iniciales (en 1987) de 1.5-25 años en el noreste de Costa Rica (200 msnm, sobre suelos ácidos, arcillosos e infértiles, con una precipitación promedio anual de 4000 mm). Todos los individuos con dap  $\geq 5$  ó 10 cm fueron monitoreados mediante mediciones anuales de las PPM para el periodo 1987-92, con una medición adicional en 1995. Los datos tomados son el diámetro a la altura del pecho (dap), la condición de los árboles, y algunas medidas de sus características de copa. Actualmente, el ámbito de edades cubierto por estas PPM es de 9.5-34 años.

## Resultados y discusión

Tradicionalmente, la recuperación de las características a nivel de la comunidad a través del tiempo durante la sucesión secundaria, ha sido postulada para seguir curvas sigmoidales. Nuestros resultados indican que, sin embargo, la recuperación del área basal del bosque es un proceso más complejo en los trópicos. Hay un rápido incremento (al menos sobre suelos no degradados), con una tendencia ascendente marcada por puntos máximos y disminuciones posteriores. Estas variaciones están asociadas a las olas de ascendencia, madurez y senitud de las especies de árboles dominantes de características diferentes de historia de vida. La densidad de los árboles individuales aumenta rápidamente al inicio de la sucesión, excediendo los niveles de los bosques primarios, y, en contraste al área basal, varía poco por 2-3 décadas.

En un momento dado en la sucesión, las poblaciones de especies arbóreas típicamente forman una jerarquía de ocupación del espacio vertical en el bosque, y, por consiguiente, de acceso a la radiación solar. La posición de especies dadas en estas jerarquías parece ser constante, indicando que el papel de los factores aleatorios en la determinación de las características de los bosques secundarios no es tan importante como algunos autores han considerado.

Se pudo analizar la dinámica de 24 poblaciones individuales, de un total de 11 especies diferentes. La mortalidad se dio principalmente entre los individuos más pequeños en todas las poblaciones y se incrementó a través del tiempo, así que el modelo exponencial negativo ampliamente utilizado no puede ser ajustado para estas poblaciones. Las 24 poblaciones de especies fueron agrupadas en tres categorías de acuerdo con su dinámica poblacional. Las poblaciones *decadentes* en términos del número total de individuos  $N$  mostraron poco o ningún reclutamiento y un constante aumento en la mortalidad. Las especies dominantes (*Vochysia ferruginea*, *Simarouba amara*) siempre mostraron este patrón, indicando que aunque los árboles más grandes continúen creciendo rápidamente, estas especies eventualmente desaparecerán de estos rodales. Las poblaciones compuestas por especies de lento crecimiento en los niveles intermedios o más bajos de jerarquía fueron también decadentes, indicando que ciertas especies (por ej. *Laetia procera*) son incapaces de competir en estos bosques densos. Algunas poblaciones fueron *estáticas*, con muy poco o cero reclutamiento o mortalidad. Las poblaciones estáticas fueron individuos de lento crecimiento de apariencia sobremadura y pertenecientes a especies intolerantes (por ej. *Cordia bicolor*). Finalmente, las poblaciones *crecientes* tuvieron baja o ninguna mortalidad y reclutamiento significativo, y estuvieron siempre compuestas por los individuos más pequeños en el estrato medio o bajo de un bosque dado (por ej., *Pentaclethra macroloba*). Estas poblaciones evidencian que llegarán a dominar estos bosques en el futuro.

Todas las especies mostraron con el tiempo, un patrón común de cambio en las estructuras de sus poblaciones. Las distribuciones de frecuencia de los tamaños de árboles fueron inicialmente rectas de pendientes negativas, llegando a ser curvas convexas y eventualmente, de forma de montículo, con pocos individuos pequeños o muy grandes y una mayoría de tamaños intermedios. Simultáneamente con estos cambios, la desigualdad de tamaños (medida como el coeficiente de variación del dap) aumentó hasta que comenzó una mortalidad significativa, y disminuyó posteriormente conforme los árboles pequeños desaparecían del rodal.

En 1993 mostramos como el crecimiento arbóreo presenta una relación positiva fuerte al tamaño del árbol en estos bosques secundarios. Creemos ahora, que esta relación se aplica principalmente en poblaciones decadentes como se han definido en el presente. En poblaciones crecientes, el crecimiento puede presentar una relación más fuerte a

las características de copa que al tamaño del árbol. Los individuos de las poblaciones crecientes presentan un crecimiento muy superior a los de las poblaciones decadentes en las mismas clases de tamaño, indicando esto que las especies que muestran una dinámica poblacional distinta también emplean una estrategia distinta de consecución y utilización de los recursos.

## Conclusiones

✓ Años de estudio de las sucesiones forestales secundarias de las zonas templadas han mostrado que dichas sucesiones pueden ser dominadas por décadas, o hasta por siglos, por poblaciones aproximadamente coetáneas de especies que colonizan el sitio muy rápidamente después de su abandono. La competencia es la fuerza más importante en el control del desarrollo de estos rodales. En estudios de bosques secundarios templados, a menudo se verifica una serie de predicciones cuantitativas sobre los patrones de crecimiento, mortalidad y estructura poblacional en poblaciones vegetales coetáneas. Aunque en los bosques secundarios tropicales se presenta un número mucho mayor de especies, los resultados principales de nuestras investigaciones - los *N* decadentes de las especies arbóreas dominantes, la concentración de la mortalidad en los árboles más pequeños, las tendencias claras que muestran la estructura poblacional y la desigualdad de tamaños, la relación positiva del crecimiento al tamaño del árbol - indican que en gran medida, las sucesiones forestales tropicales se desarrollan de la misma manera, y por las mismas razones, que las sucesiones templadas.

Para la producción de madera, entonces, el juego existente de técnicas silviculturales para rodales coetáneos debiera de ser adaptado para el manejo de bosques secundarios neotropicales (tal adaptación ya fue implementada en los bosques demostrativos del CATIE en la Zona Norte de Costa Rica). Sin embargo, como en nuestro estudio, cada especie individual exhibió un juego particular de características de crecimiento y dinámica poblacional, el manejo de bosques secundarios tropicales deberá enfrentarse a diferentes tiempos de rotación para cada especie.

## LA LIBERACION, UNA PRACTICA FORESTAL PROMETEDORA

Ian D. Hutchinson y Frank H. Wadsworth

### Introducción

La proporción de los bosques tropicales secundarios, ya sean los explotados, o los voluntarios que son aquellos que se regeneran después de la deforestación, sigue en aumento. Casi todos son abandonados por considerarlos inútiles. No obstante, en el futuro será necesario contar con su producción. Además, su potencial de producción es esencialmente desconocidos. En climas húmedos, estos bosques logran una densidad que reduce el crecimiento de los árboles individuales, pero no se sabe hasta que límite se puede acelerar el crecimiento de algunos individuos al liberarlos de competencia por la iluminación. La colección de evidencias sobre este particular fue uno de los objetivos del estudio aquí descrito.

### Objetivos del Estudio

El fin del estudio fue determinar los siguientes efectos causados por la reducción de la densidad forestal, mejorando las condiciones de iluminación para los árboles más prometedores:

- Impactos en la biodiversidad del bosque y su regeneración;
- Productividad (en terminos del incremento en porcentaje del área basal) de los árboles liberados;
- Rendimiento de los tratamientos silviculturales en productos forestales;
- Clarificación de las técnicas más apropiadas para los tratamientos necesarios.

### Metodología

Se seleccionó un bosque secundario voluntario de aproximadamente cuarenta años, ubicado al este de San Isidro del General en Costa Rica. El sitio está a 600 msnm, con un clima de bosque húmedo tropical. El suelo es poco profundo, una arcilla ácida, de poco valor agrícola. Su dueño, la Cooperativa de Madera R. L. (Coopemadereros), cuenta con el bosque para que le provea madera en el futuro para su aserradero. Sus árboles son de la segunda generación, con especies de árboles potencialmente útiles para madera.

El estudio, que empezó en 1988, se concentró en ocho parcelas representativas del bosque, cada una de un tamaño de 50x50 m. Todos los árboles, de 10 cm dap o más, se enumeraron y marcaron. Los brinzales y los latizales, en subparcelas, solamente fueron enumerados. Entre los árboles de buena forma y de especies maderables, los más prometedores fueron seleccionados como "árboles de futura cosecha". En cuatro de las ocho parcelas, estos "árboles de futura cosecha" fueron "liberados" siguiendo una práctica desarrollada por el autor principal de este documento. Esta práctica eliminó a sus competidores por iluminación y/o por estar muy cerca ( $\leq 2$ m), dejando espacio a los "seleccionados" para su libre crecimiento. En las otras parcelas se seleccionaron los árboles de futura cosecha usando los mismos criterios, pero se dejaron sin liberación. Se midió, entonces, el crecimiento en diámetro de todos los árboles en cada parcela durante los siete años siguientes.

*Condición Forestal Inicial*

DAP, cm	Numero de arboles por hectarea		
	Total	Especies comerciales	Arboles de cosecha
10 - 20	341	109	52
10 - 30	130	74	32
10 - 40	53	35	21
10 - 50	17	9	4
Total	541	227	109

**Resultados***Arboles removidos*

DAP, cm	Número de árboles/ha		Area basimétrica (m <sup>2</sup> )/ha	
	Removido	Restante	Removido	Restante
10 - 20	20	104	0.40	4.65
20 - 30	17	107	0.88	5.05
30 - 40	14	51	1.40	4.50
40 - 50	19	5	2.97	0.69
50 - 60	9	0	2.02	0.00
60+	4	0	1.23	0.00
Total	83	467	8.90	14.89

*Cambio de Iluminación*

La liberación de los árboles de cosecha aumentó su iluminación vertical como sigue:

	Total	Parcial	Ninguna
Antes de liberación	21%	34%	45
Liberado	43%	42%	15%

*Cambio de Biodiversidad*

La liberación de los árboles de cosecha no eliminó ninguna especie arbórea del bosque. Al contrario, permitió la entrada de tres especies adicionales.

*Cambio de Regeneración*

La liberación de los árboles de futura cosecha, al reducir la densidad del bosque, estimuló la entrada de árboles jóvenes. Después de los siete años, el número de árboles de más de 10 cm dap de nuevo alcanzó el nivel inicial.

La regeneración, tanto en especies como en números, es suficiente para sostener la proporción de las especies más útiles en el bosque del futuro.

### Cambio en Crecimiento

El crecimiento de los árboles se midió en los fustes, al nivel del pecho (1.3m sobre el nivel del suelo). Fue necesario expresar el crecimiento de cada árbol, relativo a los recursos de luz, agua y nutrientes a su disposición (su "eficiencia"). Para esto, se hizo la suposición de que la mejor medida es el incremento en porcentaje del área basal del fuste. Esta medida tiene una relación positiva con la extensión de la copa y del sistema radicular. De estas mediciones se dedujeron las siguientes relaciones para árboles cuyos fustes en 1988 tuvieron diámetros de 10 hasta 20 cm:

Arbol	Liberado		No liberado	
	Número	Eficiencia	Número	Eficiencia
Todos	693	10.5%*	261	6.6%
Illum. vertical solo	369	10.5%*	111	7.4%
Illum. vertical ninguno	157	8.0%*	125	4.9%

Illum. vert.total/parcial	167/369	13.1 <sup>*</sup> /10.5%
Emergente vs. Codominante	31/136	13.3/13.0%
1988-1991 vs. 1991-1995	164/238	11.6/11.0%

\* = Diferencia significativa (99%)

### Conclusiones

- En 40 años, la vegetación de un sitio desfavorable para la agricultura produjo un bosque denso de 60 especies de árboles, de las cuales 25 son de valor comercial actual.
- La liberación, no tuvo efectos adversos en el bosque per se, o en su regeneración.
- Debido a la liberación, el porcentaje de los árboles de futura cosecha con iluminación vertical aumentó de un 55 hasta un 85 por ciento.
- Los árboles liberados aumentaron su crecimiento por lo menos un 50 por ciento.
- La aceleración de crecimiento debido a la liberación continuó por lo menos durante los siete años del estudio.
- El bosque liberado promete producir 7.5 m<sup>3</sup>/ha/año, hasta el año 2005.
- La liberación, aún en escala solo experimental, rindió productos adecuados para financiar la extracción. Igualmente debe ser rentable para una operación comercial en bosques semejantes.

## **ELEMENTOS DE MUESTREO PARA EL DISEÑO DE UN INVENTARIO DEL BAYAL (*Desmoncus* spp.) EN EL BOSQUE PETENERO**

Pedro Pineda, Daniel Marmillod, Pedro Ferreira, Rafael Angel Ocampo

**Summary:** The design of a single inventory to generate statistically reliable information for timber and non-timber products, is one of the steps in Olafo's strategy to incorporate non-timber species in the diversified forest management. This paper discusses the sampling elements needed to include in the design of a traditional forest inventory (to be carried out in Peten, Guatemala), the assessment of a non-timber resource, bayal (*Desmoncus* spp.). The number of plots is determined by the accuracy required to estimate timber volume; nonetheless, it is possible to evaluate, at the same time, the stocks of a non-timber product (useful length of bayal) within an acceptable confidence interval. It is also stated that bayal presents a spacial distribution in patches of up to 400 m<sup>2</sup>; so, subplots can be as large as that area.

### **Introducción**

*Estrategia del Proyecto Olafo para incorporar especies no maderables en sistemas de manejo diversificado del bosque*

Para que los bosques sean percibidos como un componente útil, e integrados en el sistema de producción campesino en zonas de frontera agrícola, es fundamental el aumento del número y tipo de especies utilizadas. Bajo esta premisa, tanto especies maderables como no maderables, tradicionales y no tradicionales, son de interés. Pero, para que este componente se constituya en un aporte permanente al presupuesto familiar, y asimismo se garantice la conservación del ecosistema, el silvicultor debe contestar una pregunta clave: ¿cuál es la cosecha posible de cada recurso, maderable o no, de manera sostenible? La respuesta exige tomar en cuenta características demográficas y de crecimiento de cada una de las especies de interés, y considerar sus reacciones a las intervenciones silviculturales.

Cómo generar la información requerida para contestar a esta pregunta en el caso de las maderables es harto conocido; sin embargo, no lo es tanto en el caso de las especies no maderables, debido a la falta de métodos de evaluación debidamente experimentados. Por tal razón, Olafo ha seguido un proceso de investigación propio para desarrollar las herramientas metodológicas necesarias para obtener la información mínima requerida en la toma de decisiones de manejo sobre no maderables. Este proceso consta de cinco etapas:

#### *1. Conocimiento de la estructura poblacional de la especie*

¿Cuáles características biológicas permiten diferenciar en el conjunto de individuos de una especie, por lo menos las subpoblaciones juvenil y productiva? ¿Qué observar y/o medir en cada individuo para poder asignarlo a un estado de desarrollo?

#### *2. Estimación del producto*

¿Cuáles son las variables en los individuos de la subpoblación productiva de una especie, que se revelan suficientes para estimar de manera fiable las existencias de producto cosechable? ¿Cuál es la relación entre las variables observadas y/o medidas y la cantidad de producto cosechable?

#### *3. Estimación de las existencias del recurso en la "Unidad de manejo"*

¿Cómo diseñar el inventario de manera que su ejecución cueste lo mínimo sin descuidar la precisión de los resultados? ¿Cuál es la distribución espacial de la especie dentro de la "Unidad de manejo"?

#### 4. *Desarrollo de la propuesta de sistema silvicultural*

¿Cuál es la reacción de la especie al conjunto de tratamientos silviculturales aplicados al bosque con fines de producción diversificada?

#### 5. *Fijación de la posibilidad de cosecha sostenible del recurso*

¿A cuánto asciende el crecimiento productivo de la especie sometida al sistema silvicultural propuesto?

La presente ponencia presenta los primeros pasos de la metodología de evaluación desarrollada para el bayal (*Desmoncus* spp.) en El Petén, con énfasis en la conceptualización del diseño base de la tercera etapa.

*El bayal (Desmoncus spp.), reseña del desarrollo de las etapas 1 y 2*

(adaptado de Marmillod *et al.* 1995)

*La planta y el producto.* El bayal, único género de palmas trepadoras en América tropical, forma una macolla no muy densa, con excepcionalmente más de 8 tallos delgados y espinosos, que alcanzan las copas del estrato medio del bosque cuando maduran y cuyo largo no es posible estimar objetivamente, debido al hábito de crecimiento de la especie. El tallo provee la materia prima utilizada por los artesanos, que lo rajan en fibras cuyo ancho depende del producto por tejer y no del diámetro del tallo.

*Estructura demográfica.* Número y largo de los tallos en cada macolla son las variables elegidas para diferenciar los estados de desarrollo de la planta. Con base en una clasificación simple de los tallos (retoño, tierno y maduro), se reconocen los estados de desarrollo siguientes: plantas de regeneración, cuyo tallo más desarrollado es un retoño; plantas juveniles establecidas, con el tallo más desarrollado tierno; plantas adultas en crecimiento, compuestas por lo menos de un retoño o tallo tierno y de un tallo maduro; y plantas adultas en reposo que poseen solamente tallos maduros. La diferenciación y denominación de los estados adultos en crecimiento y en reposo es aún tentativa y se sustenta en observaciones preliminares de diferencias de dinámica de las plantas.

*Estimación del producto.* La dificultad de medir el largo de los tallos en el bosque al momento del muestreo, y razones vinculadas a la preparación de la fibra, condujeron a estimar el producto mediante el largo utilizable de caña de bayal por unidad de superficie. Asumiendo que se contará el número de tallos aprovechables por macolla en futuros inventarios, se determinó como "función de estimación del producto" el largo promedio útil del tallo maduro aprovechable (9,77 m).

## **Metodología**

### *Diseño de inventario para estimación de las existencias*

Para minimizar costos y en el marco de un manejo diversificado del bosque, parece adecuado que un mismo inventario proporcione información estadísticamente confiable de todos los productos de interés. Para diseñar un inventario que estime el volumen de madera y a la vez las existencias de bayal, nuestro análisis toma de base la muestra definida para árboles (número y tamaño de las parcelas, llamadas "grandes") y determina la proporción de cada parcela grande donde debe muestrearse el bayal para respetar un error prefijado en la estimación del producto. Este procedimiento es un muestreo por conglomerados en dos etapas.

Utilizando la información del inventario forestal de la Unidad de Manejo de La Pasadita, Petén (53 parcelas de 1 ha, Girón *et al.* 1994), se determinó que era necesario medir por lo menos 21 parcelas para asegurar un error de muestreo inferior a 15% en la estimación del volumen maderable, 12 parcelas para un error de 20% y 8 parcelas para un error de 25%. Planeando ejecutar el inventario con fines de manejo diversificado del bosque en una Unidad aledaña a La Pasadita, tomamos este resultado y la superficie de la parcela de muestreo del inventario citado (10000 m<sup>2</sup>) como base para conceptualizar nuestro diseño.

La información sobre el bayal proviene de 22 parcelas de 2500 m<sup>2</sup>, divididas cada una en 25 subparcelas de 100 m<sup>2</sup>, ubicadas al azar dentro de un área de 40 ha en la Unidad de Manejo de San Miguel, Petén (Chinchilla 1994). Se calculó el largo aprovechable de bayal en todas las subparcelas de 100, 200, 400, 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup> diferenciadas dentro de las parcelas de 2500 m<sup>2</sup>. Para este largo por cada una de las superficies definidas, se estimó la varianza de la media ( $V(\mu)$ ) basada en el error esperado (e) expresado en porcentaje

$$\hat{V}(\hat{\mu}) = \left( \frac{e}{200n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i \right)^2$$

donde  $y_i$  = media del largo de bayal en las subparcelas de la i-ésima parcela

$n$  = número de parcelas de 1/4 ha (San Miguel)

las varianzas dentro ( $\sigma_w^2$ ) y entre ( $\sigma_b^2$ ) parcelas siguiendo a Scheaffer, Mendenhall y Ott (1993)

$$s_w^2 = \frac{1}{n(m-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

$$s_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{\mu})^2}{n-1} - \frac{s_w^2}{m}$$

donde  $y_{ij}$  = largo aprovechable de bayal en la ij-ésima subparcela

$m$  = número de subparcelas de muestreo de bayal consideradas en cada parcela (de San Miguel) para la estimación de las varianzas, simulando el muestreo por conglomerados en dos etapas

para luego calcular el número de subparcelas ( $m$ ) en cada parcela del futuro inventario que deben medirse para lograr el error esperado

$$m = \frac{\sigma_w^2}{n(\hat{V}(\hat{\mu})) - \sigma_b^2}$$

donde  $n$  = número de parcelas de 1 ha (del futuro inventario)

#### *Distribución espacial de las macollas de bayal establecidas*

La superficie de la parcela de muestreo siempre debería ser inferior al tamaño de las manchas de la especie vegetal estudiada, en caso de que su distribución espacial sea aglomerada. Por tal razón, se estudió el tipo de distribución del bayal y se trató de determinar el tamaño de las manchas de ocurrencia.

Se aplicó la prueba  $\chi^2$  de bondad de ajuste al número de macollas en parcelas de 100, 200 y 400 m<sup>2</sup> solamente, por falta de repeticiones en las superficies mayores, para determinar si el bayal se distribuye en forma aleatoria o aglomerada. En todos los tamaños, incluyendo las parcelas de 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup>, se estimó el parámetro de dispersión K, cuyo valor es inverso a la aglomeración de las macollas, para ver el comportamiento al incrementar la superficie.

## Resultados

La muestra más pequeña para obtener un error menor a 20% en la estimación del largo aprovechable de bayal, es aquella donde se levantan 21 parcelas de 1 ha, y en cada una se miden 20 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> (cuadro 1).

Las macollas de bayal muestran un patrón espacial aglomerado hasta la superficie mayor estudiada. Esto indica que la superficie de 400 m<sup>2</sup> aún es inferior a las manchas, y que en el muestreo de bayal, las parcelas pueden tener hasta este tamaño. De acuerdo con K, la distribución del número de macollas tiende a ser más aleatoria cuando se incrementa la superficie de la parcela.

## Conclusión

A pesar de tener un número de parcelas grandes determinado por la confianza requerida en la estimación del volumen de madera, es posible estimar a la vez un producto no maderable (el largo aprovechable de bayal) con límites de error aceptables. Esto alienta el estudio y la conceptualización del diseño de un inventario forestal diversificado, donde se incluyan todos los productos de interés, maderables y no maderables.

**Cuadro 1.** Cálculo del número de subparcelas de bayal a muestrear en parcelas de inventario forestal (grandes) para respetar un error prefijado sobre la estimación del producto (largo aprovechable de tallo)

parcelas de muestreo grandes <sup>1)</sup>	tamaño de subparcela [m <sup>2</sup> ]	subparcelas consideradas <sup>2)</sup>	$s_b^2$	$s_w^2$	error esperado [%]	subparcelas por levantar <sup>3)</sup>
$n$						$m$
21	100	5	19,79	1031,32	15	51
21	100	5	19,79	1031,32	20	20
21	100	5	19,79	1031,32	25	12
12	100	5	19,79	1031,32	20	49
12	100	5	19,79	1031,32	25	24
8	100	5	19,79	1031,32	25	46
21	400	2	453,61	2859,25	20	12
21	400	2	453,61	2859,25	25	5
12	400	2	453,61	2859,25	25	17
21	800	2	2180,44	12614,97	20	12
21	800	2	2180,44	12614,97	25	5

- 1) cada parcela de muestreo "grande" tiene una superficie de 10000 m<sup>2</sup>
- 2) número de subparcelas de muestreo de bayal (tamaño de la submuestra) consideradas en cada parcela grande para la estimación de las varianzas dentro ( $s_w^2$ ) y entre ( $s_b^2$ ) parcelas grandes
- 3) número de subparcelas para muestreo de bayal a levantar dentro de cada parcela grande para respetar el error esperado

### Literatura citada

CHINCHILLA, M. 1994. Caracterización de las poblaciones de bayal (*Desmoncus spp.*) con fines de aprovechamiento artesanal, en la Unidad de manejo forestal de San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 134 p.

GIRON, E. R.; MARMILLOD, D.; STANDLEY, S. 1994. Inventario forestal de la Unidad de Manejo de la aldea La Pasadita, San Andrés, Petén. Turrialba, Costa Rica, CATIE/PBN. 20 p.

MARMILLOD, D.; OCAMPO, R.; ROBLES, G. y CHINCHILLA, M. 1995. La evaluación de recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de bosques tropicales: las experiencias de CATIE-OLAFO en América Central. In: KÖHL, M.; BACHMANN, P.; BRASSEL, P.; PRETO, G. (eds). 1995. The Monte Verità Conference on Forest Survey Designs. "Simplicity versus Efficiency" and Assessment of Non-Timber Resources. Birmensdorf, Switzerland, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. pp. 132-140.

SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, W. y OTT, L. 1993. Elementos de muestreo. Trad. G. Rendón y J. R. Gómez. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 321 p.

## METODOLOGIA DE CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN MANGLARES

Mayra Gallo, Tania Ammour, Claudia Paniagua,  
Mirtha Gutierrez, Flor de Maria Cáceres

**Summary:** The Olafo Project seeks to promote the adequate management of the mangrove resources by local populations on the Pacific coast of Nicaragua. Due to the dynamic character of the structure and function of the predominant production system in this region, a methodology which is agile, inexpensive, and promotes the participation of the beneficiaries and technicians, was created and used to characterize two communities, Luis Andino and Las Peñitas. In addition to the product obtained, the families improved their ability to work in groups and to analyze their own situation. At the same time, technicians had the opportunity to evaluate the complexity of the production systems the project aims at improving.

### Introducción

En la costa pacífica de Nicaragua, los proyectos CATIE-MARENA Manglares, Estero Real, Chinandega y Olafo, León promueven el manejo adecuado de los recursos del manglar (recursos forestales, peces e ictiofauna) por parte de las poblaciones locales. Para lograr este objetivo, los Proyectos centraron sus actividades alrededor del mejoramiento de los sistemas de producción existentes y tomaron como casos de estudio las comunidades Luis Andino y Las Peñitas, cuya población depende del manglar para su subsistencia.

Como primer paso, antes de validar y promover la adopción de alternativas productivas que satisfagan las necesidades de la población y que actúen dentro de los límites productivos de los ecosistemas manglares, se identificaron y caracterizaron los sistemas de producción predominantes en las dos áreas. Los instrumentos utilizados en ese momento fueron sondeo, reconocimiento con informantes claves y encuestas.

Los resultados de esta primera caracterización, cualitativos y cuantitativos, pusieron de evidencia, entre otros, el alto grado de diversificación de los sistemas de producción predominantes (actividades de pesca, leña, madera para construcción, camarones, larvas de camarones, moluscos, crustáceos entre otros). La información fue valiosa para priorizar los beneficiarios directos de los Proyectos y seleccionar e iniciar la validación de aquellas alternativas promisorias.

Sin embargo, a lo largo del tiempo, se identificó que estos sistemas de producción se modifican tanto en su estructura (componentes existentes y predominantes) como en su funcionamiento (flujos, interrelaciones, entradas, salidas). Esto es consecuencia de tres factores: las condiciones de mercado de cada uno de los productos, la disponibilidad (degradación) de los recursos del manglar, y el origen social de la población.

Surge entonces, la necesidad de actualizar y profundizar la caracterización inicial de los sistemas de producción y entender mejor la dinámica de funcionamiento de dichos sistemas. Esto permitiría ajustar las líneas de trabajo de los Proyectos acorde con las necesidades y expectativas de la población meta de las dos comunidades. Para ello se requería de una metodología que, en un corto tiempo y con participación de los beneficiarios, permitiese lograr los objetivos antes mencionados. Asimismo debía ayudar a los técnicos a analizar con un enfoque multidisciplinario realidades tan complejas.

Los resultados esperados de este trabajo son los siguientes:

- i) un instrumento metodológico de caracterización de los sistemas de producción que fuese ágil, poco costoso y que permita orientar en forma conjunta (técnicos-beneficiarios) las tomas de decisiones sobre las líneas de trabajo y apoyo requerido para lograr los objetivos de los proyectos;
- ii) una caracterización dinámica de los sistemas de producción de los beneficiarios de ambas comunidades.

Lo que a continuación se resume hace referencia al primer resultado esperado, es decir el instrumento metodológico.

## Metodología

Para desarrollarlo, el personal técnico de las áreas social y económica de los Proyectos tuvo la necesidad de discutir y definir:

- los objetivos de la caracterización,
- la muestra de familias con base en los sistemas de producción predominantes identificados previamente,
- las etapas de la caracterización,
- las técnicas y materiales audiovisuales a ser utilizados en la ejecución del trabajo.

## Resultados

La caracterización se desarrolla en cinco etapas:

- 1) generación de información en forma participativa
- 2) análisis e interpretación de la información obtenida
- 3) comprobación de la interpretación inicial
- 4) elaboración de la caracterización
- 5) análisis con la comunidad sobre el producto obtenido en la etapa 4, para llegar a un consenso técnicos-pobladores.

Los elementos centrales de cada etapa se detallan en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Descripción de las etapas de la caracterización de sistemas de producción**

	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5
quien provee la información?	jefes de familia	no aplica	familias (mujeres, niños, hombres)	no aplica	comunidad
facilitador	técnico en organización comunitaria	equipo técnico	técnico en organización comunitaria	equipo técnico	equipo técnico
forma de trabajo	taller con grupos de pobladores (máximo 6 personas por grupo)	trabajo individual y del equipo técnico	reunión con la comunidad	trabajo individual y del equipo técnico	taller con la comunidad
tiempo necesario	1 día	una semana	medio día	medio día	un día

Es importante precisar algunos elementos del desarrollo de cada una de las etapas.

Para generar la información y según las diferentes etapas, se involucran diferentes actores (jefes de familia, mujeres, niños, toda la comunidad) con el fin de tomar en cuenta la visión de cada uno de ellos acerca de las formas e intensidades con las cuales organizan y desarrollan sus actividades. Al final (etapa 5), el consenso se obtiene después de discusiones entre los diferentes grupos/individuos que previamente habían llegado a una conclusión.

Los instrumentos utilizados permiten identificar las actividades desarrolladas por las familias en forma gráfica y dinámica en el tiempo. Asimismo, el calendario de actividades según labores toma en cuenta los criterios que las familias utilizan para organizar su trabajo (época seca, época de lluvia; dentro de cada una de estas épocas, situación de las diferentes mareas, posición de la luna).

En las etapas 1, 3 y 5, además del facilitador que orienta los talleres participativos, se decidió responsabilizar a un técnico para registrar las discusiones que se desarrollan dentro del grupo antes de que éstos lleguen a ponerse de acuerdo para completar los cuadros. Los técnicos de los respectivos equipos (Olafo por un lado y Manglares por el otro) están trabajando en campo desde hace tiempo en las áreas bajo estudio. En este sentido, tienen un alto grado de conocimiento sobre la realidad y en particular sobre cada familia. Por ello, y para evitar sesgos en cuanto a la relevancia de los elementos de discusión de cada grupo, se decidió que el secretario no debía ser un técnico destacado en el área o comunidad que se esté caracterizando.

Los productos que se obtienen de la implementación de cada una de las etapas se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Productos obtenidos en cada etapa de la caracterización de sistemas de producción

	PRODUCTOS OBTENIDOS	TIPO <sup>*)</sup>
ETAPA 1	Cuadros elaborados por los jefes de familia que describen y caracterizan sus sistemas de producción (para un mismo sistema de producción, existen mínimo dos descripciones, lo que permite desarrollar un análisis comparativo)	A
ETAPA 2	Documento descriptivo sobre la caracterización, donde se identifican las informaciones faltantes e interrogantes	A
ETAPA 3	Mapa comunal que permite: - identificar las actividades y la intensidad con la cual se desarrollan (presión sobre los recursos),  - comprobar con un universo mayor de personas la primera caracterización, y  - completar la caracterización de la etapa 2	A, B   A
ETAPA 4	Documento de caracterización incluyendo interpretación	A, B
ETAPA 5	Documento de caracterización de sistemas de producción y propuesta de acciones prioritarias para mejorarlos	A, B

\*) A: información, análisis cualitativo

B: información, análisis cuantitativo

Los productos obtenidos permiten identificar los límites, componentes, interacciones entre componentes, flujos de entrada, flujos de salidas y elementos externos. En particular, se logró identificar aquellos elementos externos (clima, mercado etc.)

que definen las interacciones entre componentes -actividades extractivas-, la lógica de funcionamiento de los sistemas, y estrategias de trabajo (asistencia técnica, capacitación) con los beneficiarios acorde con su disponibilidad de tiempo e intereses según las épocas de mayor extracción de cada una de las actividades.

## **Conclusión**

El instrumento metodológico que se diseñó y aplicó es de fácil comprensión para los pobladores, poco costoso, y ha contribuido a identificar temas esenciales para lograr el mejoramiento de los sistemas de producción analizados. En particular, permitió aclarar una serie de dudas acerca del funcionamiento de estos sistemas, como por ejemplo los criterios con los cuales las familias se definen "leñadores" o "pescadores"; en otras palabras, cómo ellos definen su actividad principal en relación a las demás actividades.

Además de lo anterior, se obtuvieron algunos "sub-productos" no menos importantes: el proceso antes descrito permitió aumentar la capacidad de análisis de las familias sobre su situación, y hacerlo en forma grupal. Igual sucedió al personal técnico de los proyectos quien tuvo que analizar los diferentes aspectos que inciden, limitan o favorecen el desarrollo de una u otra actividad (técnicos en aspectos forestales, sociales, económicos, etc.) y de los sistemas de producción en su totalidad.

Un aspecto limitante para la aplicación de este instrumento metodológico es que el equipo técnico debe estar motivado y receptivo para involucrarse en temas que no son de su especialidad.

## LECCIONES DE UN APROVECHAMIENTO EXPERIMENTAL MEJORADO EN MANGLARES DE LA COMUNIDAD DE LAS PEÑITAS, LEON, NICARAGUA

Flor de María Cáceres, Daniel Marmillod, Rodolfo Ramírez

**Summary:** An experimental harvest was carried out in the mangroves of Pacific Nicaraguan coast to cope with the social, organizational and marketing difficulties found during the planning of a sustainable management model. The experiment produced relevant information regarding the improvement of the fuelwood cutter's production system. Fuelwood cutters totally rejected the regulations stated in the sustainable management plan, even though their earnings were similar to those obtained with a traditional harvest. Nonetheless, financial results changed drastically when planning and control costs were considered - activities required by the Government to approve a forest management plan. In conclusion, sustainable forest management is not feasible under the social conditions prevailing in the community, nor under the present legal framework.

### Introducción

#### *Antecedentes*

Tradicionalmente, se extrajo leña del manglar de la costa pacífica de Nicaragua sin ninguna consideración de sostenibilidad. Esto ha ocasionado un deterioro de la comunidad boscosa dominada por el mangle rojo (*Rhizophora* spp.), ya que la leña es comúnmente producto de esta especie. A la vez, el desmoronamiento de este tipo de bosque, que se encuentra en las orillas de los esteros, ha afectado las poblaciones animales que se refugian en él (crustáceos, aves y peces). El CATIE y el Ministerio del Ambiente y Recurso Naturales (MARENA) iniciaron en 1989 el Proyecto Olafo para diseñar e implementar en campo, modelos de sistemas de producción mejorados que permitan promover la conservación de los recursos del manglar y mejorar el nivel de vida de la población que depende de este ecosistema. Las actividades se desarrollan en particular en el área de la comunidad de Las Peñitas situada a 23 km al suroeste de la ciudad de León.

Una de las experiencias en curso gira alrededor del manejo forestal para la producción sostenible de leña por parte de aquellas familias que dependen esencialmente de este recurso para su sobrevivencia. El actuar del Proyecto en este campo se ve aún más justificado al tomar en cuenta la prohibición total por parte de MARENA de extraer leña verde. En conjunto con el Proyecto, la recién formada Asociación de Mangleros de Las Peñitas inicia el proceso de elaboración de un plan de manejo forestal del manglar aledaño al caserío.

Dificultades técnicas aparecen en un inicio: conceptos equivocados y falta de experiencia en el manejo de los recursos forestales retrasan el proceso. La Asociación, para la que el plan de manejo significa carta blanca para seguir sin trabas administrativas el aprovechamiento tradicional y libre del bosque, se impacienta y afronta problemas para consolidar su organización con miras al futuro uso regulado de los recursos energéticos. A medida que se acerca la culminación del proceso de elaboración del plan, las tensiones sociales aumentan: los miembros de la Asociación, con rasgos de sector informal y gran movilidad laboral, se muestran reacios a toda restricción de uso del bosque requerida para garantizar un aprovechamiento duradero y sostenible de leña, y rehúsan hacer suyo el plan. Al mismo tiempo, la posibilidad de integrar al manejo el palo sal (*Avicennia* spp.), la especie más abundante, para disminuir la presión sobre el mangle rojo, peligra por aparentes limitaciones de mercado.

En esta situación, era imposible presentar una propuesta de manejo con alguna posibilidad de implementación exitosa (indefinición del producto + "propietario" negativo). Por las dificultades encontradas, inherentes a todo proceso de investigación orientado a modificar un sistema de producción, decidimos realizar un aprovechamiento experimental bajo las reglas estipuladas en el posible plan de manejo, con el fin de:

- \* *en lo social*, aminorar las reticencias de los miembros de la Asociación en asumir compromisos como grupo en un plan de manejo ratificado por el Estado, y validar su organización para la producción;

- \* *en lo económico*, evaluar la rentabilidad de la extracción de leña bajo condiciones de manejo y determinar la aceptación del palo sal en el mercado local;
- \* *en lo técnico*, definir la relación entre producto real (rajas de leña, tucos para panadería,...) y el volumen de corte estimado en m<sup>3</sup> e identificar las preferencias de corte de los leñadores en cuanto a dimensiones de árboles para productos dados, para determinar así el potencial productivo real del bosque.

#### *Elementos de ordenación del manglar de Las Peñitas para un manejo forestal*

El manglar de Las Peñitas - Salinas Grandes es de marcado clima seco, con muy poco aporte de agua dulce; este ecosistema, separado del mar por una estrecha banda de tierra, tiene un largo de 20 km y un ancho generalmente inferior a 1 km, con desembocaduras solamente en las dos extremidades. El pueblo de Las Peñitas está ubicado en una de las puntas, y los leñadores entran tradicionalmente unos 8 km aguas adentro.

Tomando como base los lugares tradicionales de extracción de los leñadores y sus posibilidades acuáticas de penetrar en el manglar, se delimitó el área natural de influencia de la comunidad, dentro de la cual se realizó un inventario forestal sistemático. De las 725 ha susceptibles de entregarse en concesión a la Asociación, sólo 187 ha son actualmente productivas aprovechables; el área remanente descalifica por problemas de mercado de la especie dominante (31% de la superficie total), dificultad de acarreo (11%), alejamiento del pueblo (11%), impedimentos legales (4%) o porque el sitio no es productivo (salitrales, 17%).

El área por manejar presenta diferencias de accesibilidad acuática a lo largo del mes dependientes de la magnitud de las mareas, criterio que fue tomado en consideración para organizar espacialmente el manejo. Así, el área ha sido dividida en cuatro zonas de manejo "independientes" de superficies aprovechables semejantes, de manera que se mantengan abiertos a la vez dos cuarteles de corta, uno siempre accesible y el otro de acceso limitado a periodos de mareas altas.

### **Metodología**

Tomando en cuenta únicamente los bosques dominados por palo sal y agelí (*Loguncularia spp.*), las especies no tradicionales, se eligió y delimitó, en conjunto con representantes de los leñadores, un cuartel de 5 ha en cada una de las cuatro zonas de manejo. En cada cuartel se realizó un inventario diagnóstico, por muestreo sistemático mediante parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup> (intensidad de 12%), en las cuales se midieron todos los tallos con dap <sup>3</sup> 2.5 cm.

Los resultados del inventario permitieron fijar pautas silviculturales para la selección del material por cortar. En la ejecución del marqueo se trató de armonizar los criterios técnicos con los de los leñadores. La información debidamente tabulada fue condición para que MARENA otorgara el permiso de aprovechamiento.

Los leñadores iniciaron el aprovechamiento en dos cuarteles: el primero, cercano al poblado, es dominado por palo sal (cuartel 51); en el segundo, más alejado y de acceso limitado a mareas altas, predomina el agelí (cuartel 12). El proceso, que duró 7 semanas, fue objeto de un monitoreo de la producción y costos de brigadas de leñadores escogidas semanalmente al azar (intensidad de muestreo planeada de 25%), desde la salida de los botes en la madrugada hasta obtener el producto al final del día (leña rajada y amontonada para la venta en el atracadero). Se realizó además en el punto de acopio para la venta un control de la producción total extraída en los cuarteles experimentales. Los resultados presentados a continuación se refieren a estos dos primeros cuarteles.

### **Resultados**

Socialmente, el aprovechamiento tuvo problemas desde su inicio: la Asociación necesitó más de dos meses para aceptar participar en el experimento, pedir el aval de la Alcaldía de León y elevar la solicitud de permiso a MARENA. Durante el proceso, las dificultades siguieron: casi ningún leñador quiso ir a sacar leña en los cuarteles abiertos, aduciendo temores por talar árboles no marcados y ser sometido a sanciones por parte de MARENA. El rol semanal de leñadores autorizados a cortar, herramienta organizativa prevista para asegurar una repartición equitativa del volumen por extraer entre los

socios, nunca se confeccionó. De las 23 brigadas que conforman la Asociación, a lo más dos entraron cada semana, de las cuales una participó en todo el proceso (el monitoreo planeado por muestreo se realizó finalmente de manera integral).

Detrás de las razones dadas para no participar, trasluce un rechazo total a someter la tala de leña verde a algún tipo de control por parte del Estado. Esta reacción, acorde con la idiosincrasia del leñador, se explica por las otras alternativas productivas que tiene, incluyendo a la leña. Es de manera libre que puede sacarse la leña seca, sin regulación de los lugares de tala ni prescripciones en la selección del material por cosechar. En esta situación, el leñador no está convencido de la necesidad de participar en la gestación de un manejo sostenible de los bosques del manglar, con su conjunto de regulaciones.

El análisis financiero del aprovechamiento apoya el resultado anterior: las reticencias son de orden social y no económico. En la producción, bajo condiciones de manejo, de leña verde de manufactura tradicional (cuartel 12), los leñadores obtienen en promedio 4,12 córdobas por hora, flujo neto por hora levemente inferior al determinado durante la caracterización inicial del sistema de producción en 1992 (4,93 C\$/hora), pero todavía bien superior al costo de oportunidad como jornalero (2,74 C\$/hora). La obligación de recorrer sistemáticamente el cuartel, con sus zonas densas y más ralas, cercanas y alejadas a la caleta, es el factor probable de aumento de los costos. A pesar de esto, la extracción de leña bajo regulaciones de manejo sigue siendo rentable bajo la óptica del leñador.

Sin embargo, los costos de delimitación del cuartel, marqueo, tabulación de la información y elaboración de la solicitud de aprovechamiento no están considerados en el análisis anterior, a pesar de que son actividades cuyos resultados son requeridos en Nicaragua por la actual reglamentación relativa a planes de manejo para otorgar permisos de aprovechamiento. Considerando únicamente las labores de campo requeridas, los costos variables en efectivo calculados por raja son mayores al valor de la raja! El marqueo es un instrumento de control inaplicable en el manglar por una razón sencilla: para el mismo volumen aprovechable producido por un solo árbol comercial del bosque latifoliado se deben marcar en el manglar 600 individuos. Para que el manejo sostenible de los bosques del manglar sea algún día aplicado por la comunidad de leñadores, el Estado debe adecuar sus métodos de control a la realidad del ecosistema y de sus productos.

En la producción de tucos para hornos de panadería, un producto no tradicional del palo sal, el flujo neto por hora baja a 3,81 córdobas. Los leñadores perciben que ganan menos que con la leña corriente, y no quieren trabajar este producto. Además, el troceo con hacha de los tallos medianos de palo sal, madera dura y pesada, exige un esfuerzo que los leñadores no aceptan realizar, aún menos cuando faltan elementos para comprobar el mercado de este producto.

El poco interés de trabajar con el palo sal es corroborado por los resultados técnicos del aprovechamiento. En el cuartel 51, de los 116 m<sup>3</sup> de palo sal marcados, se talaron únicamente 4 m<sup>3</sup>, a pesar que el Proyecto había ofrecido comprar el volumen total para realizar pruebas de mercado.

En el cuartel 12, donde 70% de los tallos marcados eran de agelí y el resto de palo sal, los leñadores cortaron la mitad de los tallos aprovechables, con marcada preferencia por el agelí (se talaron 58% de los tallos autorizados) y poco interés en el palo sal (sólo 23% talados de los marcados). Los ejes de agelí no tumbados presentan fustes dañados y/o mal conformados, que exigen mayor esfuerzo para preparar leña. El objetivo silvicultural de saneamiento del rodal no fue seguido por los leñadores, que dejaron en pie el peor material.

A pesar que los árboles marcados presentaban dap desde 2,5 hasta 50 cm, los leñadores concentraron su labor en los ejes con dap entre 4 y 20 cm y no talaron ninguno mayor a 30 cm dap. El uso exclusivo del hacha explica el por qué, considerando el producto final (la raja de leña tiene 50-60 cm de largo). Sin embargo, con esta tecnología se desperdician recursos (los árboles con dap <sup>3</sup> 25 cm representan 25-60% del volumen en pie) y se afecta la regeneración de los rodales.

Con un tiempo de rotación de 10 años, un cuartel de 5 ha representaría la labor de 14 semanas en el ordenamiento actual. Las 7060 rajadas extraídas del cuartel 12 (provenientes de 20,2 m<sup>3</sup> en pie) fueron producidas en 12 días/brigada: la inclusión del palo sal en el manejo y el procesamiento de los diámetros gruesos es necesaria para dar trabajo a un mayor número de leñadores sin deteriorar el bosque.

## **Conclusiones**

Independientemente de las limitantes impuestas por las pobres existencias maderables, y de las interrogantes acerca de posibles mercados y procesamientos requeridos para entrar en ellos, el aprovechamiento experimental ha demostrado la no viabilidad de un manejo forestal sostenible del manglar (planificado, organizado y autorregulado), en las condiciones sociales que prevalecen en la comunidad de Las Peñitas y bajo el marco legal vigente.

Los métodos de planificación/control estipulados por la reglamentación forestal estatal relativa a planes de aprovechamiento en bosques latifoliados, son inaplicables en los bosques del manglar, ya que los costos de su ejecución calculados por raja de leña superan el valor de la propia raja!

En el proceso de investigación seguido para mejorar el sistema de producción del leñador, este tipo de experimento, aplicado y en condiciones reales, constituye una herramienta útil y de gran información, como parte del análisis de la viabilidad del componente mejorado "manejo forestal sostenible".

## EXPERIENCIAS DEL CATIE EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE BAJO IMPACTO

David Quirós, José Joaquín Campos, Fernando Carrera, Froylán Castañeda, Robin aus der Beek

**Summary:** This paper describes CATIE's experiences in the development of forest harvesting operations that aim at reducing the impact on the forest. The main factors that affect the harvesting operations in the region (eg. structure and composition of the forest, site, and cultural economic, institutional and political factors) are discussed. The paper also shows how traditional harvesting operations in the region are characterized in general for being highly destructive due mainly to the lack of proper planning and supervision in the different operations and the lack of competent and motivated workforce. It discusses the different harvesting practices that are being implemented by CATIE throughout the region. These practices are grouped into three phases: pre-harvesting, harvesting, and post-harvesting.

### Introducción

Desde 1990, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) viene realizando investigación aplicada en diferentes aspectos relacionados con el manejo sostenible de los bosques tropicales de América Central. La investigación realizada por CATIE tiene como fin contribuir al desarrollo y adopción de sistemas de manejo forestal que sean ecológicamente sostenibles, técnicamente factibles y económicamente rentables. El objetivo de esta ponencia es describir las experiencias del CATIE en el desarrollo de prácticas de aprovechamiento forestal de bajo costo y de bajo impacto para los bosques húmedos latifoliados de la región.

Cuatro elementos son esenciales en relación con los sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto: una planificación detallada, una implementación y control eficaz de las operaciones, una completa evaluación post-aprovechamiento, y una buena capacitación al personal de campo (Dykstra 1994).

### Métodos

En el proceso de manejo forestal, las operaciones relacionadas con la tala requieren el mayor cuidado y planificación y ejecución prudentes. Para tener éxito, los planes operativos anuales deben detallar cada actividad por realizar. Esta sección describe las operaciones de manejo relacionadas con el aprovechamiento de bajo impacto implementadas por el CATIE en sus bosques experimentales. Dada la complejidad del tema, no se hará referencia al manejo de la biodiversidad, aún cuando este es un objetivo del manejo en muchos sitios experimentales.

### Marco técnico y operativo

Las técnicas de aprovechamiento forestal de bajo impacto han sido utilizadas por el CATIE en varios sitios, desde bosques secundarios hasta bosques primarios muy degradados. Estos bosques sirven no solo para desarrollar y validar técnicas silviculturales, sino también para efectos de extensión y demostración. La red de áreas demostrativas y de investigación se localiza en los siguientes países: Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En 1996 se incorporarán áreas demostrativas en Honduras.

El marco técnico puede ser dividido en tres fases: pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento. La etapa de *pre-aprovechamiento* incluye el inventario preliminar de la unidad de manejo, el plan general de manejo, el inventario de planificación de la unidad de aprovechamiento, el plan de aprovechamiento y la capacitación de los obreros. La etapa de *aprovechamiento* incluye la construcción de caminos forestales, la tala dirigida, el arrastre, el troceo, carga y transporte y el control. La etapa de *post-aprovechamiento* incluye el aprovechamiento de la madera residual y las operaciones de mantenimiento.

## Resultados

### *Etapa de pre-aprovechamiento*

**Inventario preliminar de la unidad de manejo.** Este tipo de inventario da una idea general del potencial de manejo en una área dada, a la vez que da información de cuándo y cómo ejecutar las actividades de manejo en las diferentes áreas del bosque muestreado. El objetivo general es cuantificar y calificar la población arbórea, específicamente la distribución de abundancia, área basal y volumen por clase diamétrica y por grupo comercial por hectárea.

**Plan general de manejo.** Este plan abarca toda la unidad de manejo, y es escrito no solo desde un punto de vista técnico, sino también teniendo en mente una perspectiva social, política y administrativa. Los aspectos técnicos obviamente son la parte principal; entre estos está la presentación de mapas detallados que muestren los compartimentos de corta anual, las áreas de protección donde no se permitirá la corta, los volúmenes de madera por ser aprovechados, las especies y diámetros mínimos de corta, estimaciones de crecimiento, ciclos de corta y un calendario de actividades.

**Inventario de planificación de la unidad de aprovechamiento.** Este componente, también llamado censo comercial, es esencial para escribir el plan operativo anual, y es un inventario al 100% de todos los árboles aprovechables en el compartimento de tala. Este inventario es una herramienta útil para el éxito de las operaciones de aprovechamiento forestal. Fue aplicado por primera vez por el CATIE en 1990 (Quirós y Finegan 1994) y adoptado en Costa Rica en 1992 (MIRENEM 1991). El costo de realizar un inventario de este tipo en La Tirimbina, Costa Rica fue de US\$27,00/ha (Quirós y Reiche *En prensa*).

**Plan de aprovechamiento.** El plan de aprovechamiento, o plan anual de operaciones, propuesto por el CATIE es una guía que establece las operaciones que deben realizarse en un año dado, incluye mapas y cuadros. Para que este plan operativo realmente sirva como guía de actividades para la persona que va a ejecutar las operaciones de manejo, debe ser escrito de manera simple, evitando la jerga técnica.

**Capacitación de los trabajadores.** Antes de iniciar las operaciones de corta, se diseña un plan simple de capacitación para los trabajadores que no cuenten con la experiencia necesaria. El objetivo es darles razones convincentes, en condiciones de campo, para aplicar técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, técnicas de tala dirigida y de prevención de la erosión, mantenimiento del equipo y primeros auxilios.

### *Actividades de aprovechamiento*

#### **Construcción de caminos forestales**

El sistema de caminos y viales debe considerar la topografía y concentración de árboles por ser extraídos. La distancia máxima de arrastre con el equipo que va a utilizarse también debe ser considerada en el diseño de caminos. En la construcción deben preferirse las zonas con menor pendiente; deben evitarse las áreas frágiles, como ríos y arroyos, y los suelos inestables. El tamaño y potencia de los equipos debe ser compatible con las necesidades de cada operación, de manera que los costos y daños al bosque sean mínimos. El sistema de caminos puede ser temporal o permanente, dependiendo principalmente del potencial para futuras cosechas y de los objetivos de manejo a largo plazo. Los caminos temporales se construyen en sitios donde el volumen aprovechable no justifica el costo adicional que representa un camino permanente. El sistema de caminos propuesto engloba los caminos forestales primarios y los secundarios y las pistas de arrastre.

#### **Tala dirigida**

Los objetivos de la tala dirigida se basan en los siguientes criterios: protección del rodal remanente, facilidad de extracción, protección del producto, seguridad del operario. Si el mapa base muestra claramente los árboles que deben ser aprovechados, los motosierristas no perderán tiempo buscándolos. Esto es especialmente importante en sitios donde los árboles aprovechables están aislados (ej. El Petén, Guatemala). La tala dirigida exige una serie de pasos previos como lo son: eliminar la maleza alrededor de la base del árbol, incluyendo lianas; determinar la dirección natural de caída del

árbol y decidir la dirección más conveniente: determinar la ruta de escape, limpiar de maleza si fuera necesario; cortar el árbol, usando cuñas si fuera necesario; limpiar el tronco, trocear y arrastrar.

En algunos casos, es necesario usar cuñas para corregir la dirección de caída. CATIE está probando cinco métodos de tala dirigida en un bosque experimental dominado por robles de gran tamaño (*Quercus copeyensis* y *Q. costaricensis*). Uno de estos métodos emplea cables y winches manuales para controlar la dirección de caída del árbol. No obstante, este método ha sido necesario solo en el 1% de los casos. El daño total (recuperable e irrecuperable) al bosque remanente, expresado como porcentaje del área basal, en un bosque experimental de roble en Villa Mills y en un bosque de tierras bajas en La Tirimbina, fue de 5,9% y 4,9% respectivamente (Beek *et al.* 1992). Este daño es mucho menor que el resultante de las operaciones tradicionales de aprovechamiento en la región (por lo general, entre 30 y 40%).

### **Arrastre**

El arrastre mecanizado abarca dos fases: 1) desde el tocón hasta la pista de arrastre, y 2) desde la pista hasta el patio de acopio. La primera fase se ejecuta con tractor de oruga, empleando un cable de 30 a 50 m con un winche. Últimamente el largo del cable se ha aumentado a 70 m mediante un cable de extensión. Esto da las siguientes ventajas: se reduce el área disturbada y, además, disminuyen la erosión y los costos que habrían sido necesarios para construir pista hasta las trozas; pueden aprovecharse áreas que de otra manera serían inaccesibles; hay más libertad para escoger la ruta óptima de extracción; el surco formado por la troza al ser arrastrada se recupera más rápidamente que la pista de arrastre. En la segunda fase de la operación de arrastre se debe emplear tractor agrícola, o idealmente, tractor forestal, y no tractor de oruga como generalmente se hace en la región. El tractor de oruga no es recomendable por su lentitud, gran peso y falta de maniobrabilidad, lo que causa un impacto negativo mayor en el suelo y la vegetación.

### **Troceo, carga y transporte**

En el patio de acopio los troncos son cortados en trozas de tamaño aceptable para la industria y apropiado para el transporte. Para facilitar la carga, por lo general se construye una rampa para subir las trozas al camión. Los cargadores mecánicos son escasos en la región. Para maximizar la producción de madera de aceptación en el mercado, las trozas se parten comenzando con el extremo de menor diámetro.

### **Control**

Para asegurarse que las recomendaciones y lineamientos establecidas en el plan de manejo y plan operativo son seguidas, un forestal autorizado (regente) debe estar en el sitio durante la mayor parte de la operación de aprovechamiento. El es quien toma decisiones sobre modificaciones necesarias en el transcurso de la operación.

### **Actividades post-cosecha**

#### **Aprovechamiento de residuos de madera**

Después del aprovechamiento, muchos troncos cortados se quedan en el bosque porque es muy difícil sacarlos, porque están rajados, torcidos, o son de tamaño pequeño. La madera residual puede representar un producto adicional en operaciones en pequeña escala. En muchas áreas, esta madera es aserrada en el sitio con una motosierra con marco; los productos pueden ser vendidos en el mercado local o utilizados para consumo familiar. Quirós y Finegan (1994) calcularon, para una operación en La Tirimbina, Costa Rica, que el 20% del volumen total de madera extraída provino de madera residual aserrada en el sitio mismo. Otras mediciones en Corinto, Costa Rica demostraron que este valor puede alcanzar hasta 25% del total.

#### **Operaciones de mantenimiento**

En la fase final del aprovechamiento de bajo impacto, los caminos forestales que no vayan a ser usados a corto plazo se clausuran para evitar la erosión. Los que sí van a ser usados en actividades de manejo o protección del bosque se deben mantener en buenas condiciones, poniendo especial atención al drenaje. Además, se debe reparar cercas, sacar copas de árboles que hayan quedado en cursos de agua, y sacar del bosque toda la basura inorgánica, como latas de aceite.

recipientes de combustible y otros desechos no degradables. Estas actividades se realizan durante o después de las operaciones de aprovechamiento.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

1. El manejo de bosques naturales en América Central se ha convertido en una disciplina compleja y de mayores exigencias, por lo que es esencial diseñar e implementar operaciones de manejo que protejan el medio ambiente y mantengan los costos en un nivel aceptable. Estas operaciones son el primer paso, y el más importante, para alcanzar un manejo sostenible de los bosques naturales de la región.
2. En América Central, particularmente en tierras privadas, las operaciones de manejo protectoras del medio y de bajo costo son indispensables para reducir la conversión de bosques a otros usos de la tierra. Al reducir la tasa de cambio en el uso de la tierra, el sector forestal estará haciendo una gran contribución a la conservación de la biodiversidad en la región.
3. Los elementos esenciales para un sistema de aprovechamiento forestal de bajo impacto son: una planificación detallada, una implementación y control eficaz de las operaciones, una completa evaluación post-aprovechamiento, y una buena capacitación al personal de campo.
4. El desarrollo del aprovechamiento de bajo impacto es reciente en la región. El proceso que el CATIE ha iniciado en el diseño e implementación de la guía para elaborar planes de manejo es un excelente medio para la transferencia de tecnologías de aprovechamiento de bajo impacto.
5. Las operaciones de manejo descritas están siendo gradualmente adoptadas por dueños de bosque y madereros, pues la puesta en práctica no ha aumentado los costos de manejo y ha mejorado la condición del bosque remanente.
6. En América Central, la construcción de caminos forestales ha recibido poca atención, en parte debido a la tendencia de los madereros de obtener mayores ganancias en poco tiempo, y a la falta de conocimientos sobre el tema por parte de los profesionales forestales. Más atención debería prestarse a este asunto.
7. Es necesario aplicar mejores criterios para la selección de árboles de reserva, incluyendo aspectos ecológicos y de producción.
8. El desarrollo limitado de la industria forestal en la región, en términos de las pocas especies aprovechadas, restricciones en las dimensiones de trozas y pocos usos de la madera es un importante factor negativo para el desarrollo de mejores operaciones de aprovechamiento. El bajo precio de la madera y altos costos de transporte también tienen un efecto negativo en la sostenibilidad del manejo de bosques naturales en América Central.
9. El desarrollo de sistemas eficaces de aprovechamiento forestal en América Central debe considerar los múltiples recursos existentes en los bosques naturales latifoliados. Las operaciones de aprovechamiento de productos no maderables también están siendo desarrolladas por el CATIE y deberían ser incluidas en un código de prácticas de aprovechamiento forestal para la región.

## **Literatura citada**

- DYKSTRA, D. P. 1994. FAO model code of forest harvesting practice. FAO, Rome. FO:Misc/94/6. Working Paper. 105 p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. El manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su operación. Serie Técnica. Informe Técnico no. 225. Colección de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 9. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- QUIROS, D.; REICHE, C. Análisis financiero de un modelo de manejo sustentable para un bosque natural tropical en Costa Rica (En prensa).

## REHABILITACIÓN DE LOS SUELOS VOLCÁNICOS DEGRADADOS UTILIZANDO ABONOS ORGÁNICOS CUENCA DEL RÍO LAS CAÑAS - EL SALVADOR

Jean COLLINET (\*). Manuel MAZARIEGO (\*\*)

(\*). *pedólogo ORSTOM Francia-CATIE Costa Rica.*

(\*\*) *Ingeniero agrónomo MAG El Salvador, extensionista en el proyecto CEL-MAG-CATIE-USAID.*

**Abstract** The soils over volcanic ashes of cultivated slopes of the mountains of El Salvador have almost disappeared due to erosion. Among the action taken for rehabilitation we propose the reconstruction of soils by incorporating different types of organic fertilizers. This reconstruction is controlled experimentally over seven plots of 400m<sup>2</sup> installes on farmers land. The results are analysed by considering together corn yield, the erosion, and the pre-soil evolution following the amount of organic matter and the capacity of cationic exchange. The most efficient treatment over the corn yield is the incorporation of 15Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> of chicken manure. The most profitable treatment for the farmer, still acceptable for the erosion, the best for reconstructing the soil is an incorporation of 18Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> of fresh vegetative matter coming from *Gliricidia sepium*.

### Introducción

En El Salvador en general, y en la región de Tonacatepeque en particular, muchos suelos son erosionados bajo el efecto de una sobre-explotación agrícola en pendientes fuertes. En las peores situaciones, los granos básicos se cultivan directamente sobre cenizas y pomas volcánicas. El proyecto regional e inter-institucional CEL-MAG-CATIE-USAID "Rehabilitación de la cuenca del río Las Cañas" aplica, en una cuenca degradada, medidas de restauración físicas, sociales y biológicas.

Entre ellas, se inscribe nuestra operación de "Rehabilitación de los suelos volcánicos degradados utilizando abonos orgánicos" de la cual se propone resumir los resultados de 1992, 1993, 1994 y parte de 1995.

### Objetivos

Los objetivos se resumen en tres proposiciones:

1. aumentar la *productividad* de las tierras en granos básicos para disminuir la presión de los campesinos sobre ellas.
2. contribuir al aumento de la *capacidad de absorción hídrica* general de la cuenca por las lluvias,
3. procurar que las medidas de *restauración sean realistas* en el contexto del actual nivel de los ingresos de los campesinos

### Medio ambiental

El medio ambiental se resume en cuatro puntos:

- *Paisaje* disecado dentro de capas de cenizas y tobas volcánicas.

- *Clima* tropical semi-húmedo, P = 1800mm.año<sup>-1</sup>, un 80% de las lluvias caen entre mayo y octubre, "canícula" posible en julio.

-*Zona de vida*, sería una selva tropical caducifoliácea, pero el *uso actual* ha cambiado todo esto con 38% de zonas cultivadas (granos básicos, tabaco, frutales, cañas), 25 % de cafetales y galerías forestales , 18% urbanizadas y 19% de zonas de barbechos y pastos.

-*Suelos*: (i) en mesetas y vertientes poco inclinadas se ubican materiales pardos, espesos, sueltos que son Ustividrands o Haplustands (USDA), (ii) los vertientes, con pendientes fuertes son las zonas de los Ustarents, Ustropepts o afloramientos de cenizas, pomas, tobas, esta será la situación del suelo al inicio del ensayo (resultados de análisis en el cuadro I).

**Cuadro I : Características esenciales de los suelos regosólicos**

Prof.	A	L	a	MO	C/N	pH	CIC	Sat	CaMg/ K	Ftot	FOIs
	%	%	%	%			%	cmol+ %	%	ppm	ppm
-5cm	10	25	65	0,6	-	5,5	8,0	62	6	350	13
-25cm	15	30	55	0,4	-	5,6	10,0	62	9	250	5

## Método, problemática

El método se basa en el seguimiento de las *evoluciones* de los *cultivos* de la asociación maíz + frijol y de los *suelos* en siete parcelas experimentales de 400m<sup>2</sup> instaladas en 1991 en uno de los campos *más degradados* de la cuenca con pendientes fuertes entre 30 y 45%. Dos parcelas sirven de *TESTIGO* (TEST), dos reciben 15 t ha<sup>-1</sup> de *ESTIERCOL* de gallina (ESTI), tres reciben 18 t ha<sup>-1</sup> de fragmentos frescos de *MADRE CACAO enterrados* (MVFE) o *derramados en la superficie, como "mulch"* después de la siembra (MVFS). Los mejoramientos esperados serán:

- a corto plazo, un aumento de los rendimientos por el suministro de nutrientes rápidamente utilizables como el fósforo y el nitrógeno.
- a mediano plazo, la reconstrucción del complejo absorbente del suelo para fijar los nutrientes,
- a largo plazo, la re-estructuración de los suelos con todos sus aspectos positivos (estabilidad estructural, porosidad, actividad biológica).

## Resultados

### 1. Efectos a corto plazo

#### 1.1. Rendimiento de los granos básicos

**Cuadro II: Rendimiento del MAIZ**

	maíz 1992			maíz 1993			maíz 1994		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>TESTI</b>	2200	33	-	3800	58	-	5500	84	-
<b>GALLI</b>	3100	49	+48%	5600	85	+46%	6300	96	+14%
<b>MADRE</b>	3000	46	+39%	4800	72	+24%	7300	112	+33%

**Cuadro III: Rendimiento del FRIJOL**

	Frijol 1993			Frijol 1994		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<b>TESTI</b>	1850	28	—	1411	21	—
<b>GALLI</b>	1500	23	-23%	1224	18	-15%
<b>MADRE</b>	2312	35	+25%	1300	13	-08%

$a = \text{kg ha}^{-1}$ ,  $b = \text{qlb mza}^{-1}$ ,  $c = \text{comparación testigo / ensayos } \%$

Los tratamientos *GALLINAZA* (ESTI) y *MADRE CACAO* (MVFE) muestran un aumento importante de los rendimientos, efecto previsto por el aporte del nitrógeno y del fósforo orgánico. Entre 1992 y 1994, el tratamiento *MADRE CACAO* pasa a ser finalmente el mejor. Sin embargo se debe notar, en el cuadro III, el efecto sobre los rendimientos del frijol del difícil control de las malezas con el tratamiento *GALLINAZA*.

## 1.2. Conservación de los suelos

El crecimiento rápido del follaje del maíz por las situaciones *GALLINA* y *MADRE CACAO* asegura una protección eficaz contra la erosión del suelo poco tiempo después de la siembra (Fig. 1), el crecimiento retrasado en la parcela TESTIGO, sin abonos orgánicos, se traduce por erosiones casi 10 veces más fuertes.

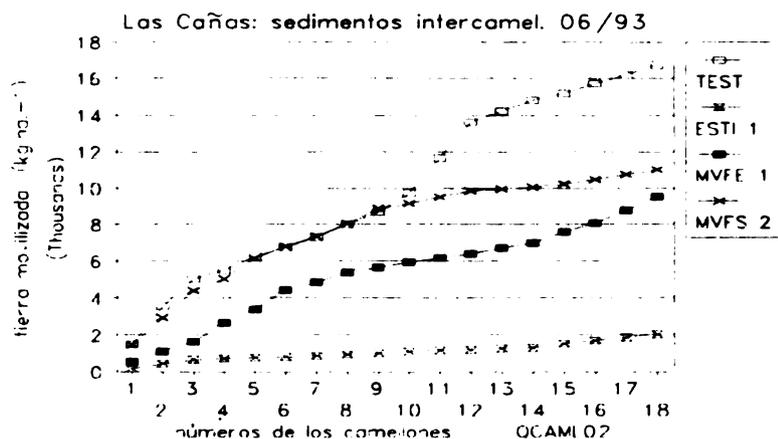


Figura 1: movilización de las tierras en los inter-camellones con diferentes estadios de desarrollo de la cobertura vegetal

## 2. Efectos a mediano plazo

La construcción del complejo absorbente organo-mineral resulta de una acumulación progresiva de compuestos orgánicos, sintetizados en el suelo a partir de los residuos frescos, y de sus combinaciones efectivas con la parte mineral fina del suelo (arcillas y parte del limo). En el balance de más de tres años, las tendencias muestran ya acumulaciones, año por año, de la materia orgánica del suelo (Fig. 2).

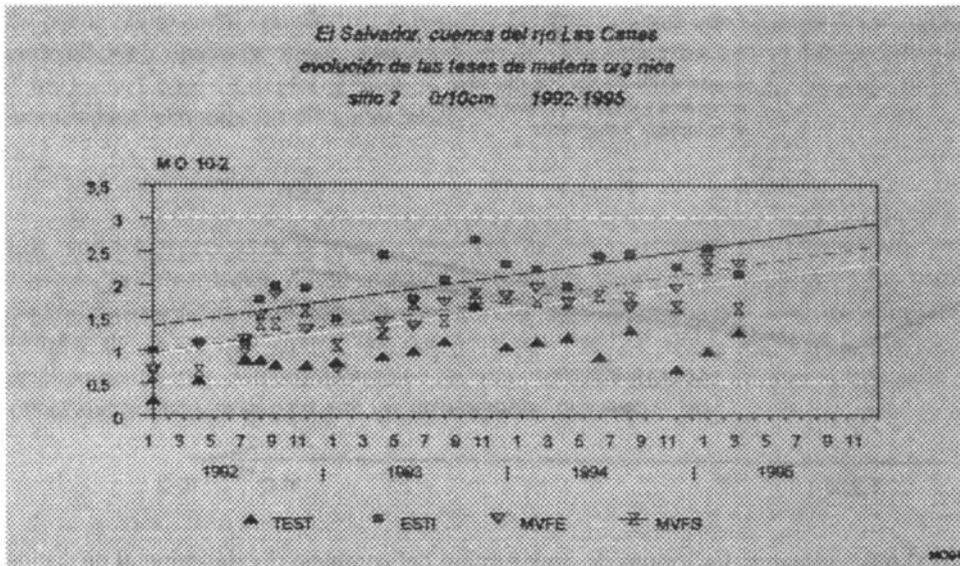


Figura 2: evoluciones comparadas de las tasas de materia orgánica en varias situaciones

Con esta acumulación de materia orgánica se construye un complejo absorbente organo-mineral que se puede seguir con el aumento sensible de la capacidad de intercambio catiónico C I C. (ejemplo, Fig. 3)

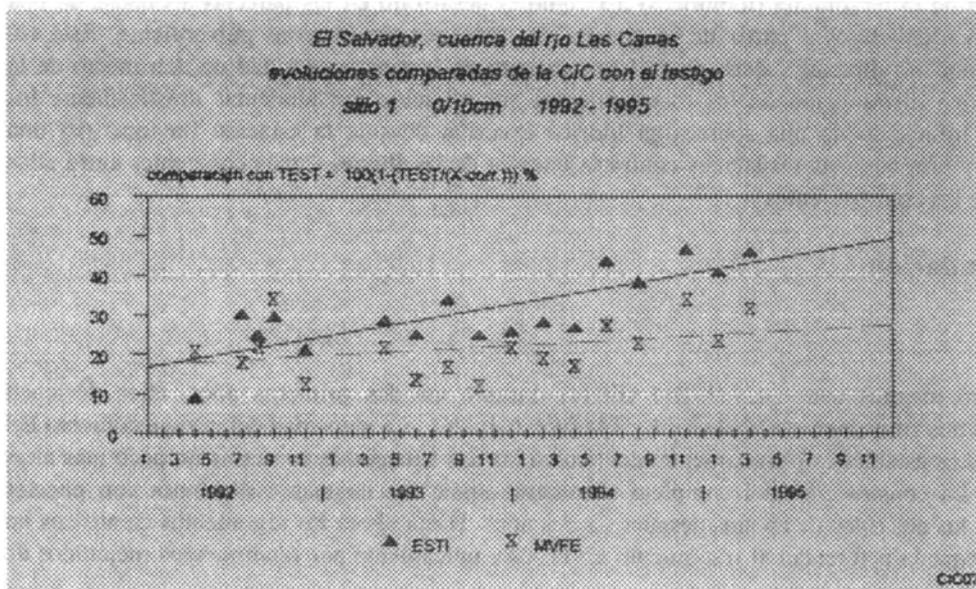


Figura 3: evoluciones comparadas de la capacidad de intercambio catiónico (C I C) por varias situaciones experimentales

En el detalle, la velocidad y la eficacia de esta construcción son variables (Fig.4). El análisis de la naturaleza exacta de los compuestos sintetizados y de sus efectos, (i) por orígenes de material fresca, (ii) y por profundidad, es importante para determinar cual tratamiento será lo más "sostenible" considerando y combinando los argumentos científicos y socio-económicos. Esta parte del trabajo se prosigue actualmente, como tema de tesis de un estudiante del CATIE.

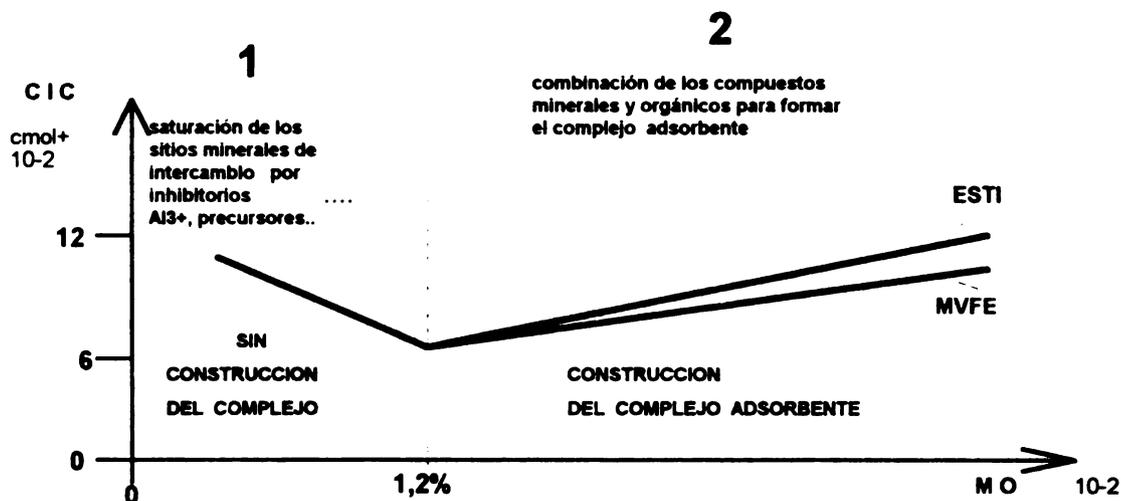


Figura 4: relación compleja CIC(MO) enseñando los límites de construcción del complejo organo-mineral en suelos jóvenes desarrollados a partir de cenizas volcánicas

### 3. Efectos a largo plazo

A una escala de tiempo más larga (> 5 años), se observará una re-estructuración de los suelos. Ya se ha observado un aumento de la actividad de la mesofauna (lombrices) así como el desarrollo en las parcelas abonadas de una estructura en agregados poco cohesivos a partir de lo que no era más que un material pulverulento. Esta re-estructuración tiene consecuencias directas y derivadas: (i) un aumento de la macroporosidad en detrimento de la microporosidad, entonces una disminución de los escurrimientos superficiales, sin aumentar drásticamente los riesgos de derrumbes por limitación de una sobrecarga hídrica excesiva durante la estación lluviosa, (ii) una construcción de agregados y terrones más resistentes contra la energía de las lluvias y más coherentes entre ellos contra la abrasión lateral de los escurrimientos.

## Conclusión y Recomendación

### 1) argumentos científicos

Los rendimientos son poco mejores con *GALLINAZA* (ESTI) durante los dos primeros años, ellos devienen equivalentes después en las dos situaciones *GALLINAZA* y *MADRE CACAO*. La velocidad del enriquecimiento del suelo en compuestos orgánicos estables es estrictamente idéntico en las dos situaciones con tasas un poco más altas con ESTI (+0,5% MO). La construcción del complejo absorbente sigue las mismas evoluciones con papeles finalmente equivalentes de los dos tipos de abonos después de dos años. Hasta ahora los argumentos científicos no pueden dar más que una pequeña preferencia al tratamiento ESTI, éso, únicamente por rendimientos mejorados de manera más precoz.

### 2) argumentos socio-económicos

Considerando los argumentos socio-económicos, la preferencia debería ir a los tratamientos *MADRE CACAO* (MVFE) por razones que se manifiestan en dos escalas espaciales:

#### (i) *escala del campo*

Por una parte, los campos tradicionales de ladera son pequeños y diseminados, es mejor buscar una producción local de material orgánico en lugar de comprarlo y transportarlo ( estiércol), por otra parte el suministro del estiércol de gallina depende del buen funcionamiento de la cadena "corrales de gallina" <-----> restaurantes populares de la capital, y, en consecuencia de un equilibrio económico que puede llegar a ser precario,

Se puede recomendar transformar o manejar las cercas vivas que separan los campos para producir # 50% de las necesidades en material fresco; una previsión mediana muestra que se puede contar con una cosecha de 5 hasta 8 T.ha-1.año-1 con *Gliricidia sepium* de más de 10 años. Los vertientes de más de 50%. no arables, pueden recibir árboles para recuperar los 50% que faltan.

(ii) *escala de la cuenca*

Los aspectos negativos de la presión demográfica que se traducen por campos muy pequeños, tienen, como aspecto positivo, la construcción de un mosaico de barreras semi-naturales en todos los vertientes. Arbustos y árboles no serán únicamente útiles como proveedores de materiales frescos, sino que también asegurarán una protección general de la cuenca contra las degradaciones de los flujos hídricos superficiales y contra los riesgos de deslizamientos por evapotranspiración de una parte del agua de los suelos saturados. El anclaje proveído por las raíces interviene también en este mismo sentido.

## **INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN RELACION CON EL MANEJO DEL RECURSO SUELO BAJO SISTEMAS DE CULTIVOS EN LA CUENCA DEL RIO REVENTADO, CARTAGO, COSTA RICA.**

Carlos Paz y Jorge Faustino

**Summary:** The objective of the present study was to contribute to the process of analysis of the sustainability of agro-cultural, with reference to natural resources use and its impact on watershed management, through the evaluation of physical-chemical characteristics of soil devoted to horticultural use (farm condition) and under pasture. The latter was considered as a reference point to compare the edaphic variation that occur under intensive agriculture.

### **Introducción**

La mayoría de las cuencas hidrográficas de Centro América evidencian un fuerte deterioro de los recursos naturales, debido entre otras causas, a las prácticas inapropiadas para el manejo de los suelos y del cultivo. Esta situación es más crítica en áreas de ladera y con agricultura intensiva donde los suelos son sometidos al laboreo continuo y no se siguen prácticas de conservación que garanticen la sostenibilidad productiva de los mismos (2). Un caso de este tipo de agricultura ocurre en la cuenca media del río Reventado ubicada en la provincia de Cartago, Costa Rica (3). Se considera entonces que para evaluar la sostenibilidad de un sistema (cuenca) se requieren indicadores que permitan estimar y/o cuantificar el efecto de las intervenciones sobre el sistema, en este caso el recurso suelo.

El objetivo de este estudio fue contribuir al proceso de análisis de la sostenibilidad de la agricultura, en función de los recursos naturales y de su impacto en el manejo de cuencas, mediante la evaluación de características físico-químicas del suelo utilizado en la producción hortícola (condición Fincas) y bajo pastos; esta última considerada como referencia para comparar las variaciones edáficas ocurridas en el sistema de agricultura intensiva (hortalizas).

### **Materiales y métodos**

Los materiales están representadas por las fincas y la cuenca como sistema. El estudio se realizó en cuatro etapas metodológicas: de reconocimiento y caracterización de la zona mediante una encuesta, de campo, en la cual se realizaron los muestreos de suelo, de análisis de suelo y etapa de análisis de la información. Para el muestreo y análisis de suelo se consideraron tres intervalos de pendiente (0-15%, 16-30% y 31-45%). Para cada uno de esos intervalos se obtuvieron 20 muestras.

### **Resultados y Discusiones**

La encuesta reveló que la mayoría de las prácticas de cultivo utilizadas por los productores de hortalizas de la cuenca media del río Reventado no contribuyen a un uso sostenible del recurso suelo y que más bien favorecen la degradación del mismo y la contaminación ambiental.

Los resultados obtenidos sobre las características físico-químicas del suelo muestran que relacionando la condición de referencia, en la condición Fincas: el Ph (6 - 5,2), el contenido de magnesio (2,8 - 1,8), el contenido de materia orgánica (8,4 - 3,5), el contenido de limo (36 - 29,3) fueron menores en las fincas, solo la acidez extraíble fue mayor (0,11 - 0,26); con diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha=0,05$ ). Estos resultados evidencian un uso poco sostenible del suelo en la condición Fincas.

Otras características como el contenido de fósforo (169 - 70) y calcio (6,2 - 5,6) fueron menores en la condición referencia, sin embargo, la aplicación frecuente de cal y de fertilizantes altos en fósforo no permiten cuantificar objetivamente la evolución de estos nutrientes en términos de la sostenibilidad del suelo (1).

Para los diferentes intervalos de pendiente se observó que para la condición Fincas hubo diferencias significativas en Ph, magnesio, potasio, calcio, fósforo y acidez extraíble, no así para materia orgánica ni contenidos de limo, arena y arcilla. En la condición Referencia hubo diferencias solamente para fósforo y potasio.

## **Conclusiones**

Los pastos comparados con el uso hortícola intensivo resultó en este estudio una adecuada referencia para valorar la degradación del suelo.

En la cuenca media del río Reventado los suelos utilizados en la producción hortícola intensiva presentan indicios de degradación, los suelos con cobertura de pastos evidencian una mejor conservación.

Características como ph, contenidos de materia orgánica, magnesio y limo, mostraron ser algunos de los indicadores de la degradación del suelo en el caso de la cuenca del río Reventado.

Otras características (contenido de fósforo, potasio, calcio y densidad aparente) que son alteradas por la aplicación de fertilizantes u otras prácticas de manejo de los cultivos no permitieron un análisis objetivo como posibles indicadores.

## **Literatura citada**

Blevins R et al., 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. *Journal of soil and water conservation* 38(3):301-304.

Faustino J., 1987. Variables determinantes en la identificación de áreas críticas en tierras de ladera. IN Conferencia usos sostenidos de tierras de laderas. Memoria. Washington, D.C., EE.UU., Development Strategies for Fragile Lands. p. 4-41.

Sánchez, O.A. 1993. Determinación de áreas críticas mediante sistemas de información geográfica en la cuenca del río Reventado. C.R. Tesis Mg Sc. CATIE, Turrialba. 116 p.

## **EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO REVENTADO, CARTAGO, COSTA RICA BAJO EL ENFOQUE DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD**

Javier G. Villegas Osorio  
Jorge Faustino  
Gregoire Leclerc  
Sabine Muller  
Sergio Velásquez M.

**Summary:** A study on the quality of surface water in the Reventado River's watershed was conducted to relate measured water quality parameters to land use, management practices and some biophysical characteristics.

Nine measuring locations were chosen, distributed in the upper, medium and low portions of the watershed and samples were taken during seven months.

The largest detected perturbation in water quality was found in the lower portion of the watershed. The first component of the discriminant analysis showed the volcanic influence on the water, the second one was associated with the level of water contamination.

The correlation of indices with land use showed that sand extraction and urban areas were most responsible for the deterioration of water quality.

**Resumen:** Se realizó un estudio de la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Reventado para relacionar parámetros de calidad del agua medidos en diferentes puntos con el uso de la tierra, prácticas culturales y algunas características biofísicas.

Se escogieron nueve puntos de muestreo distribuidos en la parte alta, media y bajo de la cuenca y se tomaron muestras durante siete meses.

La perturbación más grande en lo que se refiere a calidad del agua, se encontró en la porción baja de la cuenca. El primer componente del análisis discriminante mostró la influencia volcánica de las aguas (componente químico), mientras que el segundo se asoció con los niveles de contaminación.

La correlación entre los índices de calidad y el uso de la tierra, mostró que la extracción de materiales de construcción en la zona, es la actividad que más contribuye al deterioro de la calidad del agua del río Reventado.

### **Introducción**

Esta investigación tuvo como objetivo identificar indicadores de calidad de agua superficial como una aproximación a los indicadores de sostenibilidad. Para ello, se estudiaron parámetros de calidad en la cuenca del Río Reventado, Cartago, Costa Rica. Esta cuenca, presenta diferentes usos de la tierra, principalmente un parque nacional en la parte alta; una apreciable producción hortícola y algo de ganadería en la parte media; y extracción de materiales para construcción y zonas pobladas en la parte baja. Además se tiene conocimiento de la existencia de factores que agravan la situación del recurso hídrico como lo son a) tasas de erosión que sobrepasan las 100 t/ha/año (Melo, 1991), b) tajos, c) sistemas de riego, d) empleo de agroquímicos y fertilizantes en dosis por encima de las recomendables (Hernández, 1988), e) gran cantidad de sedimento en suspensión que recibe el embalse de Cachi (Jansson y Rodríguez, 1992) y f) insuficiente asistencia técnica en materia de conservación de suelos, dado el alto grado de explotación agrícola de la zona.

## Objetivos generales

- a) Identificar un conjunto de indicadores relativos a la calidad del agua superficial, como parte del proceso de desarrollar indicadores de sostenibilidad.
- b) Evaluar la sostenibilidad del uso de la tierra en la cuenca alta del Río Reventado en relación a sus consecuencias en el descriptor de calidad del recurso agua.
- c) Aportar información que contribuya al desarrollo de metodologías de investigación y de adopción de medidas y ejecución de obras para el conservación de los recursos naturales.

## Metodología

### Localización del área de estudio

La cuenca del Río Reventado se localiza en el flanco sur del volcán Irazú y tiene un área de 22.4 kilómetros cuadrados (Alvarado y Schimke, 1993). El cauce comienza aproximadamente a 2 kilómetros al sur del cráter volcánico a una elevación de 3,128 msnm y llega hasta el oeste de la ciudad de Cartago a una elevación de 1,450 msnm donde confluye hacia el río Agua Caliente (Kesel, 1973).

### Metodología

Para la selección de puntos de toma de muestra se consideraron simultáneamente aspectos como orden de cauce, representatividad, accesibilidad, uniformidad y referencia de datos previos.

Se seleccionaron variables, conocidas en los estudios hidrológicos como parámetros de calidad del agua, que fueron considerados como indicadores de la situación ambiental. Las variables que se midieron rutinariamente fueron: Temperatura, pH, conductividad, turbidez, calcio, sodio, potasio, cloruros, magnesio, sulfato, amonio, dureza, nitratos, sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos en suspensión. Eventualmente, se analizaron residuos de plaguicidas y concentración de bacterias coliformes.

Se realizó un muestreo por mes durante siete meses (de abril a octubre de 1994). El período entre muestreos fue de aproximadamente un mes.

En el análisis estadístico se procedió a desplegar una matriz de correlación entre las características de la calidad del agua para identificar el tipo de asociación positiva o negativa entre los indicadores medidos.

Se aplicó un análisis discriminante canónico con el objeto de reducir la dimensión asociada al análisis de componentes principales y a la correlación canónica y así encontrar variables (combinaciones lineales de las variables cuantitativas) que resumen la variación entre las clases (sitios de toma de muestras).

Luego se hizo una correlación entre las variables canónicas y las características de las áreas de drenaje de cada punto de muestreo. Las características de área de drenaje que se tomaron en cuenta fueron el número de orden del cauce, precipitación, latitud, longitud, altitud, distancia a la desembocadura, área y porcentaje de uso urbano, forestal, cultivos perennes, pastizales, hortícola y área de tajos.

Se hizo un análisis de conglomerados (cluster) que permitió identificar los grupos de variables correlacionadas a partir de la matriz de correlación y la similaridad con la que estos grupos se forman.

## Resultados y Discusión

El análisis de varianza y los coeficientes de variación indicaron que hay variaciones espaciales y temporales en las concentraciones de elementos considerados en este análisis; encontrándose diferencias espaciales en todos los elementos a excepción del potasio, magnesio y fosfato cuya concentración permanece más uniforme a lo largo de todo el cauce. En lo que se refiere a variaciones temporales (fecha de muestreo) mostraron diferencias el pH, la conductividad, oxígeno disuelto, sodio, amonio y sólidos en suspensión.

En todos los puntos muestreados, se encontró la presencia de bacterias coliformes, lo que hace las aguas del río Reventado no aptas para consumo humano sin previo tratamiento de las mismas.

En relación al análisis discriminante canónico arrojó que la primera variable explica alrededor del 59.93% de la variación y se encontró que representa un componente químico de la calidad del agua. Con la segunda variable se explica alrededor del 82.97% de la variación acumulada y parece estar asociada a un componente físico de la calidad del agua.

El resultado de las correlaciones entre la primera variable canónica y las características de drenaje, se obtuvo que las mayores correlaciones se asocian al número de orden del cauce, bosque y cultivos perennes y una correlación negativa con los porcentajes de uso hortícola, pastizales y urbano, lo que da a entender que estos tres últimos usos inciden en las altas concentraciones de nitratos y fosfatos. La segunda variable canónica tiene una alta correlación con el número de orden del cauce, la distancia a la desembocadura, el porcentaje de uso urbano y tajos y una correlación inversa con la altura, latitud, longitud y la proporción de tierra dedicada a bosque y charral. Estas correlaciones demuestran que la calidad del agua en cuanto al contenido de sedimentos desmejora cuanto más bajo este ubicado el sitio de muestreo, y que las actividades hortícolas y urbanizaciones, pero especialmente los tajos aportan una cantidad de sedimentos apreciablemente mayor que el resto de actividades de la cuenca.

El análisis de conglomerados permitió observar la formación de dos agrupaciones, una con predominancia de variables físicas y la otra de variables químicas, hallándose correlaciones altas entre pares de variables como sólidos totales y sólidos en suspensión. Estas relaciones podrían tomarse en cuenta al momento de escoger indicadores ya que pueden servir como criterio para descartar algunos, en el caso que se presente una correlación altamente significativa entre ellos.

## Conclusiones y Recomendaciones

1. Las variables analizadas presentan diferencias espaciales y/o temporales estadísticamente significativas como consecuencia de factores naturales (influencia volcánica, cobertura vegetal, etc) y antropogénicas (prácticas culturales, en general).
2. Actividades como la extracción de materiales de construcción y áreas urbanas tienen, en la cuenca del río Reventado, el mayor aporte a la declinación de la calidad del agua a lo largo del cauce.
3. Los parámetros de calidad del agua que podrían ser utilizados como indicadores de sostenibilidad pueden ser la temperatura, pH, turbidez, conductividad eléctrica y sólidos totales, dada su facilidad de medición y su bajo costo de análisis.
4. La mayor parte de los indicadores de calidad de agua en la cuenca del Río Reventado, están dentro de un rango aceptable según normas y criterios establecidos. Sin embargo, existen problemas en algunos tramos del río en lo que se refiere a pH, turbidez y sólidos totales y en suspensión, nitratos y fosfatos, oxígeno disuelto y coliformes fecales; que limitan su uso, principalmente para consumo humano.

**Bibliografía**

ALVARADO, G.E.; SCHIMKE, H.U. 1993. Stratigraphic and sedimentological aspects of the rain-triggered lahars of the 1963-65 Irazú eruption, Costa Rica. *Zbl. Geol. Palaont. Stuttgart Teil 1*, 1993: 513-530.

HERNANDEZ C., I. 1988. Eficiencia económica del uso de plaguicidas en papa la época de verano en la zona norte de la provincia de Cartágo, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 105 p.

JANSSON, M.B.; RODRIGUEZ, A. 1992. Sedimentological Studies in the Cachi Reservoir, Costa Rica: Sediment inflow, reservoir sedimentation and effects of flushing. UNGI Repport N. 81. Suecia. 217 p.

MELO, H.M. 1991. La conservación de suelos en Tierra Blanca, Cartágo, Costa Rica. Niveles de adopción y alternativas para incrementarlos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 143 p.

## MODELACION DE LA OPERACION DE UN SISTEMA HIDROELECTRICO CASO DEL EMBALSE ARENAL, COSTA RICA

Jorge Goitia y Hernán Solís

**Summary:** The irregularity of the precipitation regime in Central America leads to contrasting situations of water surpluses and droughts. This problem can be solved by storing part of runoff in reservoirs during the wet periods, in order to alleviate the deficit, during the droughts, for water supply, irrigation and energy production. Reservoir operations are based on empirical decisions. The recent availability of computer programs, however, allow reservoir operations to be conducted in a timely and efficient manner. Unfortunately in Central America those programs have not been widely adopted, in spite of huge monetary investments in reservoirs. CATIE has introduced reservoir modeling to the region, using HEC-5, in the Arenal hydroelectric project. The results of these modeling efforts indicate that reservoir operations have been both over and under utilized, leading to situations of scarcity and/or inefficient usage of water resources. Finally, an operative program is proposed in order to recuperate maximum reservoir levels, and to establish criteria for optimal hydroelectric energy generation.

### Introducción

Uno de los problemas fundamentales en la planificación, diseño y operación de los recursos hídricos se refiere a la acumulación del recurso, durante las épocas lluviosas, para cubrir las necesidades, durante las épocas de sequía. Esta estrategia es particularmente necesaria en la mayor parte de la vertiente Pacífica de Centro América. Uno de los medios más comunes y eficientes de lograr el objetivo mencionado consiste en la construcción de grandes represas. Lamentablemente el diseño y operación de estos proyectos, han sido realizados con herramientas empíricas y simplificadas.

El modelo HEC-5, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, es el más usado del mundo, para la simulación de embalses. Lamentablemente, América Central no se había beneficiado de estos avances tecnológicos. En el CATIE, sin embargo, se ha iniciado la modelación de embalses, con estudios en El Cajón en Honduras y Arenal en Costa Rica. En este artículo se presentan los resultados de la aplicación de la modelación de la operación del embalse Arenal. Esta investigación se realizó con la valiosa colaboración de la Dirección de Hidrología del ICE, que proporcionó los datos necesarios.

La operación de los embalses se realiza en función del balance hídrico y la determinación de la producción firme. La producción firme se refiere al caudal máximo que se puede extraer de un embalse inicialmente lleno, de modo que éste alcance, durante la época más severa de sequía del período de análisis, el nivel mínimo sólo una vez. Si la producción es mayor o menor que la firme, se produce déficit o desperdicio energéticos respectivamente.

### Materiales y métodos

La cuenca del embalse Arenal se encuentra localizada en el sector Atlántico de las provincias de Guanacaste y Alajuela. La cuenca tiene un área de 493 km<sup>2</sup> y el embalse tiene un área máxima de unos 88 km<sup>2</sup>. El sistema hidroeléctrico en serie, compuesto por los proyectos Arenal, Corobicí y Sandillal, presenta un posterior aprovechamiento en irrigación.

El modelo matemático determinístico HEC-5 permite un análisis multiuso, incluyendo abastecimiento de agua, irrigación, hidroenergía y control de inundaciones. La ecuación de continuidad de masa constituye la base conceptual de este modelo dinámico.

$$S_i = S_{i-1} + I_i + P_i - E_i - A_i - V_i ; i = 1, 2, \dots, t$$

Donde  $S_i$  = Volumen del embalse en el mes  $i$

$S_{i-1}$  = Volumen del embalse en el mes  $i-1$

$I_i$  = Volumen de escurrimiento en el mes  $i$

$P_i$  = Volumen de precipitación en el mes  $i$

$E_i$  = Volumen evaporado en el mes  $i$

$A_i$  = Volumen aprovechado en el mes  $i$

$V_i$  = Volumen vertido en el mes  $i$

$t$  = número de meses del registro histórico de caudales

Para proyectos hidroeléctricos los datos de entrada del modelo son:

-Variables energéticas: nivel máximo y mínimo del embalse, demanda mensual de energía y eficiencia de las turbinas.

- Variables físicas del sistema: curvas de volumen y área contra altura del embalse, longitud y diámetro de tuberías, nivel de desfogue de la turbina, secuencia de los embalses.

- Variables hidrometeorológicas: caudales de entrada, precipitación y evaporación unitarias.

Los datos de salida son muy diversos, siendo los más útiles:

- Variables energéticas: energía requerida, generada, déficit.

- Variables físicas del sistema: criterio de operación, volumen del embalse, elevación de la superficie del agua.

- Variables hidrometeorológicas: Caudales de salida, caudales vertidos, volumen de evaporación neta.

El periodo de modelación se extiende desde mayo de 1982 a junio de 1995. Inicialmente se analiza la operación histórica del embalse en comparación con el rendimiento firme. A continuación se establece el escenario óptimo, para la recuperación del nivel máximo del embalse, en función de diferentes niveles de reducción de la producción, para producir el ahorro necesario de agua para elevar los niveles del embalse. Finalmente, se establece los criterios adecuados para la operación futura del sistema basada en la producción firme.

## Resultados

Modelación de la operación histórica del embalse. La producción real mensual media de la planta Arenal fue de 52651 MWH y la producción firme es de 53400 MWH (Fig 1). Para efectos de calibración del modelo se simuló la operación histórica, partiendo de los niveles reales máximo y mínimo alcanzados por el embalse, obteniéndose una producción de 52350 MWH. Si se considera el sistema Arenal-Corobici, ya que el proyecto Sandillal empezó en enero de 1993 con el 100 % de su capacidad, se registró una producción de 113119 MWH, siendo el rendimiento firme de 126240 MWH.

Recuperación del nivel máximo del embalse. Para recuperar este nivel, es necesario reducir la generación. La condición óptima se logra para un periodo de 42 meses, de junio de 1995 a noviembre de 1998, de modo que el embalse quede lleno al final de la época lluviosa, y se pueda iniciar un proceso de operación de acuerdo a criterios de energía firme (Fig 2). La generación media mensual recomendada es de 38704 MWH en la planta Arenal.

## **Discusión y Conclusiones**

La modelación para calibración del modelo ofrece una diferencia entre la generación real y la modelada de menos del 0.6 %, lo cual es satisfactorio. La planta Arenal presenta un valor medio de producción real muy semejante al rendimiento firme, con una diferencia del 1.4 %. Sin embargo, se detecta subutilización en los primeros 8 años. En los siguientes 5 años se observa sobreproducción, lo cual condujo a una gran reducción de los niveles del embalse. Si se considera el sistema, la diferencia es más importante, alcanzando un 10 %, lo cual es atribuible a la subutilización del embalse.

Recuperar el nivel máximo del embalse, para iniciar la operación óptima basada en la energía firme, implica reducir la generación en un 26 %, durante un periodo de 42 meses, la cual debe ser compensada con generación térmica. Un aspecto sobresaliente es que el embalse no ha sido operado hasta su nivel mínimo. Esta política conservadora ha subutilizado unos 500 Hm<sup>3</sup>. El ICE podría llevar el embalse a su nivel mínimo o rediseñar su plan de operación, subiendo el nivel mínimo, lo que reduciría la energía firme.

En esta modelación no se considera la sedimentación. Si no se da la necesaria protección a la cuenca, estos resultados pasarían a la categoría de irrealmente optimistas.

## **Literatura citada**

Bonner, V. Application of HEC-5 Hydropower Routines. HEC, Davis, 1980.

Chow, V.T., Maidment D., and Mays, L. Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York, 1988.

U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. HEC-5, Simulation of Flood Control and Conservation Systems. Davis, California, 1982.

## **EFFECTO DEL AGUA LIQUIDA EN LA LIBERACION DE ASCOSPORAS DE *Mycosphaerella fijiensis* EN UNA PLANTACION DE PLATANO**

Francisco Jiménez

**Summary:** This paper reports the results of a field study done in the atlantic region of Costa Rica in order to characterize the influence of liquid water (rain and/or dew) on the liberation of *Mycosphaerella fijiensis* ascospores in a plantain (*Musa* AAB, cv. "curraré") plantation without disease chemical control. On days with no rainfall and with dew occurrence, the ascospore concentration in the air was low most of the time with a tendency to increase during the night and particularly near sunrise. On rainy days, ascospore liberation was high and increased shortly after the rain started or soon after and decreased later on. In case of days with prolonged rain, the behaviour was similar. Intermittent rainfall seemed to be more efficient than continuous rainy periods and the amount of rainfall presented a threshold level of 1 mm above which ascospore concentration became really high.

### **Introducción**

El plátano es una de las fuentes alimenticias más importantes en muchos países tropicales. La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es considerada como uno de los principales factores limitantes de la producción de este cultivo. Las ascosporas son la principal fuente de inóculo y forma de dispersión de la enfermedad (3).

Debido a que las fluctuaciones de temperatura y la duración de mojadura son pequeñas en las principales zonas productoras de plátano de América Central, las estrategias de lucha basadas en el monitoreo de los periodos de infección, utilizando estas variables meteorológicas parecen ser limitadas (3). Un mejor sistema podría ser encontrado sobre el conocimiento de la liberación de esporas en relación a factores meteorológicos, tales como lluvia o rocío, con particular referencia a la influencia de la presencia de agua líquida en la lámina foliar, sobre la descarga de esporas (2) El objetivo de esta investigación fue contribuir al estudio de la influencia del agua líquida en la liberación de ascosporas de *M. fijiensis*.

### **Materiales y métodos**

Una trampa de esporas (tipo Hirst, Burkard) fue instalada en una plantación de plátano tipo falso cuerno, cv. "curraré" sin control de la enfermedad en Turrialba, Costa Rica. La trampa fue instalada cerca del centro de la plantación (2 has), con el orificio de succión ubicado a 4.5 m sobre el suelo, en el centro de cuatro plantas, a nivel de la hoja más joven abierta.

Las esporas fueron contadas en el microscopio (400X) sin tinción previa. Las observaciones fueron realizadas sobre un recorrido de 0.5 mm de ancho, en una dirección perpendicular al eje de rotación del cilindro en la parte media de cada 2 mm de cinta adhesiva, correspondiendo a una succión de una hora. Siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante, el número de esporas contadas fue transformado en concentración de ascosporas por metro cúbico de aire.

Se analizó la influencia del agua líquida en la liberación de ascosporas bajo tres situaciones comunes en la zona:

- A Días sin lluvia y con formación de rocío
- B Días con ocurrencia de lluvias menor de cuatro horas.
- C Días con lluvias prolongadas.

### **Resultados**

En días correspondientes a la situación A hubo una periodicidad diaria bien definida de concentración de ascosporas en el aire. En estos casos la liberación fue relativamente baja durante las 24 horas, pero aumentó durante la noche, con una clara tendencia a alcanzar un máximo durante las horas cercanas al amanecer, cuando la cantidad de rocío formada es máxima. Entre las 8 am y las 19 pm casi no se atraparon esporas, coincidiendo con el periodo cuando las hojas están secas.

En días con lluvias menores de 4 horas, varios patrones de concentración de ascosporas fueron observadas, pero todos ellos estrechamente ligados a la ocurrencia de la lluvia. En general, el patrón de liberación aumentó fuertemente poco después del inicio de la lluvia. En la mayoría de los casos, las liberaciones más fuertes de esporas ocurrieron con lluvias mayores de 1 mm. Luego cuando las hojas se secaron, la concentración de ascosporas disminuyó a un valor muy bajo. Durante la noche, con la formación de rocío hubo nuevamente liberación de esporas, lo que demuestra que el agua líquida es necesaria para la descarga de ascosporas desde los peritecios.

En el caso de C (lluvias prolongadas) hubo una fuerte liberación de ascosporas poco después del inicio de los eventos lluviosos y luego la liberación se mantuvo a un nivel mucho más bajo, aunque con poca interrupción durante la lluvia.

A nivel diario, el número acumulado de ascosporas por metro cúbico de aire fue poco variable. En días sin lluvia, varió entre 440 y 1.614 ascosporas/m<sup>3</sup>. En días con lluvia, este número varió entre 427 y 16.040, pero la mayoría de valores estuvieron en el ámbito de 1.700 y 4.500.

Los resultados encontrados indican que un período mínimo de 15 a 20 horas es requerido desde la finalización de la lluvia previa para restaurar plenamente la capacidad de diseminación del hongo; así mismo, la eficiencia de remoción de la lluvia fue mucho más alta para eventos mayores de 1 mm.

## Discusión-Conclusión

Los resultados obtenidos demuestran que para la liberación de ascosporas de *M. fijiensis* se requiere la presencia de agua líquida sobre la superficie de las hojas. Durante períodos sin lluvia, el rocío es un factor importante que determina un nivel significativo de descarga de esporas y mantiene un nivel de inóculo suficiente en la plantación. Durante períodos de lluvia, el factor principal para la liberación de las ascosporas es claramente la lluvia. Así mismo, las lluvias intermitentes y mayores de un umbral de 1 mm (que predominan en la mayoría de regiones recomendadas para la producción de plátano en Centro América), parecen ser más eficientes que los períodos de lluvia continua y/o menores de 1 mm.

En términos de potencial de liberación, se encontró una diferencia importante entre rocío y lluvia por un factor cercano a 10 en favor de la lluvia. Esto sugiere un posible rol de la energía cinética de la precipitación que favorece la humectación de las ascas mientras que el rocío podría no penetrar tan eficientemente.

La dependencia observada por varios extensionistas y fitopatólogos entre las variaciones del nivel de infección por Sigatoka negra y de la lluvia, parecen estar estrechamente vinculadas al papel de este factor en la liberación de ascosporas. Es necesario profundizar más en estas relaciones clima-hospedero-patógeno, a fin de integrarlos en sistemas de pronóstico de la enfermedad.

## Literatura citada

1. Jiménez F., 1994. Etudes agrometeorologiques appliquées a la lutte contre la sigatoka noire (*Mycosphaerella fijiensis*) du bananier plantain (*Musa AAB*). Paris, France: Institut National Agronomique. Thèse de docteur. 128 p.
2. Lhomme J.P., Jiménez F., 1992. Estimating dew duration on banana and plantain leaves from standard meteorological observations. *Agricultural and Forest Meteorology* 62, 263-274.
3. Stover R.H., 1980. Sigatoka leaf spots of bananas and plantains. *Plant Diseases* 64, 750-756.

## MODELACION HIDROLOGICA E HIDRAULICA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES. CASO DE LA CUENCA DEL RIO CALDERA, PANAMA

Hernán Solís y Johnny Cuevas

**Summary:** Tropical type weather, steep mountains, inadequate land use, lack of institutional support and empirical solutions explain the seriousness of the flooding problem in Central America. Since 1990, CATIE started a pioneering effort to improve the technological level for addressing these problems, by introducing in the region hydrologic and hydraulic models that allow a better diagnosis of the problems and the design of efficient and comprehensive solutions. In this paper, the Boquete City case, in the Caldera river watershed, in Chiriquí, Panamá, is presented. Firstly, a hydrological modeling, using HEC-1, includes the calibration of the model with historical data of recorded floods, and the calculation of discharge hydrographs for hypothetical future events, using rainfall data for a 25 return period. Secondly, hydraulic modeling, using HEC-2, evaluates hydraulic behaviour of the river and its affluents, identifying river reaches in which banks are overtopped, and bridges and culverts that lack enough capacity to pass the total flow. Finally preventive corrective measures, such as the establishment of flood prone areas, with severe development restrictions, and corrective works, like widening or deepening of the channel, levee construction or bridge redesign, are recommended to prevent or, at least, alleviate the consequences of inevitable future extreme flooding events.

### Introducción

La problemática de las inundaciones en América Central es de una gravedad enorme. A partir de 1990 el CATIE inició una labor pionera de introducción de tecnologías avanzadas de modelación hídrica. Los modelos HEC-1 (hidrológico) y HEC-2 (hidráulico) hicieron su aparición en 1968 y las versiones para microcomputadoras en 1984. Estos modelos fueron creados por el Hydrologic Engineering Center, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

El objetivo básico de este trabajo es el análisis de la conducta hídrica de la cuenca del río Caldera. La ciudad de Boquete está asentada en las planicies de inundación del río Caldera, el cual provoca severas inundaciones. Las altas intensidades y láminas de precipitación, las fuertes pendientes, la fragilidad de muchos suelos, el uso inadecuado del suelo y, sobre todo, un desafortunado proceso de desarrollo urbanístico en las planicies de inundación del río, olvidando las lecciones del pasado, se conjugaron para crear una situación muy problemática, de muy difícil solución.

El primer paso para resolver o aliviar este grave problema consiste en conocer la conducta hídrica del río, de modo que se puedan identificar las zonas de riesgo. Una vez definidas las planicies de inundación para diferentes periodos de retorno, se puede proceder a establecer medidas preventivas, como es la restricción de construcciones en zonas de alto riesgo, y medidas correctivas, donde sea ingenieril y económicamente factible, como pueden ser obras de mejoramiento del cauce o diseño adecuado de puentes.

### Materiales y métodos

La Cuenca del río Caldera pertenece al Río Chiriquí, vertiente del Pacífico, en la provincia de Chiriquí, Panamá, y está comprendida entre las coordenadas geográficas: 8° 45' y 8° 53' de latitud norte y entre los 82° 22' y 82° 33' de longitud oeste. El área de drenaje es de 136 km<sup>2</sup>.

La modelación hidrológica es la simulación matemática de la respuesta de una cuenca ante la ocurrencia de un evento de precipitación. El modelo HEC-1 fue seleccionado por ser adecuado para eventos provocados por lluvias de alta intensidad y corta duración. El modelo debe ser calibrado debidamente, especialmente en los parámetros de pérdidas y del hidrograma unitario, lo cual se pudo realizar en forma directa, gracias a la existencia del sistema hidrometeorológico de la cuenca. Se cuenta con la estación limnigráfica Caldera Jaramillo, ubicada a escasos 3 kilómetros aguas abajo de la ciudad de Boquete, la estación pluviográfica Los Naranjos y las estaciones

pluviométricas finca Lérica, Bajo Boquete y Bajo Grande. A continuación se modela la cuenca para un evento de precipitación de un periodo de retorno de 25 años. El análisis estadístico se realiza utilizando la distribución de valores extremos de Gumbel, la ecuación de Chow y la fórmula de Weibull para calcular el periodo de retorno.

La modelación hidráulica permite el cálculo del perfil de los ríos para flujo permanente gradualmente variable en ríos, tanto para régimen subcrítico como supercrítico. Este modelo permite, a partir de caudales de entrada, analizar la conducta hidráulica de un río. De este modo se puede, por ejemplo, prever cuales sectores del río no tienen la capacidad de transportar de manera segura el caudal producido por eventos extremos de precipitación y escurrimiento, y tomar las medidas de prevención correspondientes. Permite a su vez, analizar las características energéticas del torrente, las cuales están asociadas a su capacidad de socavación.

## Resultados

El evento que cumplió mejor las condiciones de calibración fue el del 10 de junio de 1976, lográndose un adecuado ajuste entre los caudales observados y los calculados (Figura 1). Los parámetros adoptados finalmente son: abstracción inicial de 35 mm y número de curva de 59 mm.

Una vez calibrado el modelo, se procedió a la modelación de la cuenca del río Caldera para un periodo de retorno de 25 años. Con base en estudios estadísticos se obtuvo una precipitación diaria de 208 mm para la estación Los Naranjos, 302 mm en Bajo Grande, 247 mm en Finca Lérica y 216 mm en Bajo Boquete. Como resultado se determinó el caudal máximo en cada una de las subcuencas y el tiempo en el que se produce. Interesa en especial los valores de caudal del río Caldera, a su paso por Boquete: 480 m<sup>3</sup>/s; y de las quebradas Grande y Aserrió: 93 y 27 m<sup>3</sup>/s, por ser los ríos tradicionalmente más conflictivos. Estos valores son usados en la modelación hidráulica.

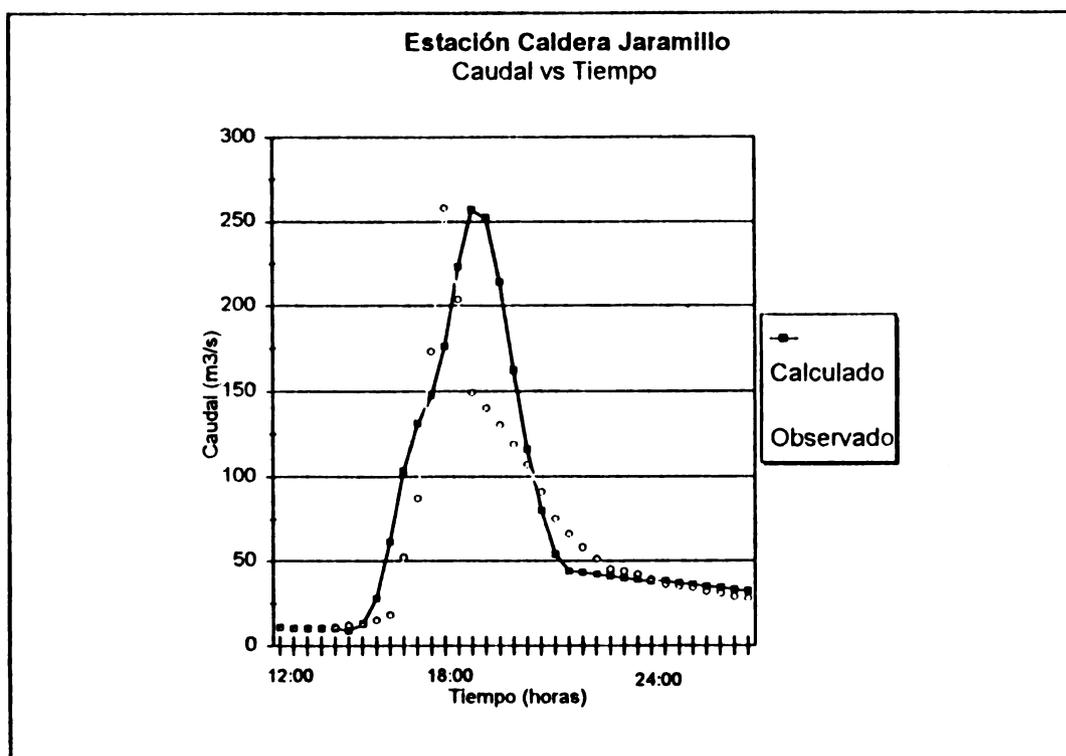


Figura 1. Calibración del modelo HEC-1

La simulación hidráulica permitió el cálculo del nivel del agua, el nivel energético, la pendiente, la velocidad, el caudal en el canal y las planicies de inundación, la profundidad del agua, el flujo en los puentes y el número de Froude, para cada sección del río. El Río Caldera no presenta desbordamientos a su paso por la ciudad, pero su energía cinética es de tal magnitud que puede cambiar de curso, como la ha hecho en el pasado, destruyendo las zonas urbanas que aparecen a su paso. Las quebradas Grande y Aserrió sí presentan serios problemas de inundación, siendo menores los problemas energéticos, dada la menor masa transportada.

## **Discusión y conclusiones**

- La conclusión esencial es que la ciudad de Boquete está ubicada en las planicies de inundación del río Caldera. La única solución definitiva es la implementación estricta de un plan de desarrollo urbano basado en la definición de las planicies de inundación, a medio plazo.

- La composición geológica del lecho del río, aluvial no consolidada, ofrece una limitada resistencia a la capacidad erosiva del río, conduciendo a la socavación de los taludes y el lecho. Este tipo de suelos hace inestable la construcción de obras rígidas de protección, tales como muros de concreto, debido a la dificultad de lograr adecuadas fundaciones.

- Los resultados de la modelación hidrológica e hidráulica indican que el río Caldera no tiene problemas de desbordamiento, pero sí presenta una alta capacidad de socavación. Los puentes tienen suficiente capacidad hidráulica. Las medidas correctivas recomendadas en el río Caldera son:

- Protección de los taludes con rip rap y espigones, contruidos con rocas de diferente tamaño, - Protección de las pilas de los puentes con rip rap.

- Establecimiento de una franja de prohibición de construcción, de 50 metros de ancho a ambos lados de las márgenes del río.

- Los resultados de la modelación indican, por el contrario, que las quebradas Grande y Aserrió, al igual que muchos de sus puentes y alcantarillas, no tienen suficiente capacidad hidráulica, y presentan desbordamientos en numerosos sectores de su trayecto. Las medidas correctivas pueden ser:

- Excavación de cauce de las quebradas, ampliando su capacidad hidráulica.

- Reconstrucción de varios puentes ampliando significativamente sus dimensiones actuales.

- Protección de los taludes con gaviones, especialmente en los sectores cóncavos de las curvas.

- Rehubicación de las edificaciones que dificultan implementación de obras correctivas

- Establecimiento de una franja de prohibición de construcción, de 20 metros de ancho a ambos lados de las márgenes del río.

- Establecimiento de un plan de vigilancia y mantenimiento de las obras y políticas implementadas, de modo que se mantengan las características geométricas iniciales.

## **Bibliografía**

Hoggan, D. Computer Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics. McGraw-Hill, New York, 1989.

U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-1, Flood Hydrograph Package, User's Manual, Davis, California, 1990.

U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-2, Water Surface Profiles, User's Manual, Davis, California, 1990.

## **EVALUACIÓN DEL METODO DE EXTENSIÓN "CAMPEÑO A CAMPEÑO" : CASO DE LAS MICROCUENCAS NUEVA POZAS Y COLOPECA, SAN MARCOS DE OCOTOPEQUE, HONDURAS**

B Ramakrishna, CATIE  
E Herrera, Honduras

**Summary:** The rehabilitation project of Rio Nueva Pozas and Cerro Colpeca watershed area is situated in the municipality of San Marco, Ocotopeque, in the western region of Honduras close to the border of El Salvador. The project provides potable water to greater part of the Municipality.

The RENARM/Cuencas along with PRODERE-UNDP and AESMO has provided intensive training to selected farmers during the past four years. Evaluation of the "farmer to farmer" method of extension was conducted through the participation of "Farmer Promoters" (FP) and their clientele (FCL). The field analysis consisted of evaluating technological changes (before 1992 and now 1995) that occurred in four typical agro-ecological systems of the area: basic grains, coffee plantations, cattle raising and home gardening.

The participatory evaluation revealed that the practices such as slash and burn and minimum tillage, increased density of crop, has more than doubled the grain yields. In coffee plantations contour levelling, live barriers and fences, pruning and renovation, increasing density increased yields upto 15 times in four years. Also pruning has provided 30% of the fuel wood needs in the project area. In case of the cattle raising the results are not so spectacular, although changes such as introduction of pasture lands, live fences, manger feeding, and providing water facilities were positively reported. New home gardening method consisting of increased numbers of vegetables and fruit crops, inception of nurseries all year round, raising poultry and constructing latrines. Production was begun to be marketed in San Marco "feria".

The number of FP has duplicated in the last four years, as has the number of FCL reached with an average of 10 to 12 for each promoter. The most effective extension method used by FP is the demonstration of their own improved parcels. The low cost and quick obvious effects of practices, along with the labor saving qualities seems to have contributed to the adoption and diffusion in the area. Credit availability to the farmers with conservation measures and technical assistance by FP has also enhanced the adoption process.

The overall evaluation shows that "Farmer to Farmer" method of extension is low cost, and most effective method in diffusing natural resource conservation practices which substantially increase yields. The participatory evaluation presents credence and veracity of the adoption and provides opportunity of self knowledge of their achievements.

### **Introducción**

#### *El escenario del proyecto*

El Proyecto de Rehabilitación de las Microcuencas del Río Nueva Pozas y del Cerro Colpeca está situado en el Municipio de San Marcos, Ocotopeque, Región Occidental de Honduras en la zona fronteriza con la República de El Salvador, con un área de 7100 hectáreas. El valor estratégico de las microcuencas radica en proporcionar el agua, la gran parte del Municipio San Marcos con 9048 habitantes.

Tanto en Colpeca como en Nueva Pozas los rodales de bosque son cada vez menos, encontrándose únicamente en las partes más altas y con pendientes fuertes. Las presiones sobre el bosque se dan principalmente por la expansión de la caicultura, agricultura migratoria, ganadería extensiva y el consumo de la leña. Desde el año 1982 hasta 1992 la cuenca albergó 12.000 refugiados por la guerra Salvadoreña a través del programa PRODERE-PNUD cubriendo el suministro de la leña. La tenencia de la tierra en el Municipio es altamente un problema, debido a que el 30% de la población no tiene tierras.

### *Las actividades del CATIE-PRODERE-PNUD-AESMO*

El Proyecto RENARM/Cuencas conjuntamente con PRODERE-PNUD-AESMO han apoyado el proyecto de manejo de cuenca Nueva Pozas de Colopeque en San Marcos, Honduras, a lo largo de los últimos cuatro años. Las actividades han consistido fundamentalmente en la capacitación de los "promotores de enlace" que son los productores que asumen la responsabilidad de asistir y transferir a otros productores de sus aldeas o cercana de ella.

### *El método de extensión "Campesino a Campesino"*

El método Campesino- Campesino" ha sido utilizado para ayudar a diseminar el conocimiento de las prácticas agrícolas mediante los productores que convierten en "extensionistas". Esto se puede lograr con productores previamente seleccionados bien sea capacitándolos o efectuar giras de observación para observar e interactuar con los agricultores y las tecnologías relevantes de otras regiones (McCracken et al:1988). Uphoff (1994) destaca la importancia de establecer la comunicación horizontal entre los campesinos para la difusión de las innovaciones. Farrington y Martin (1993) argumentan que los agricultores funcionan con efectividad como educadores de su semejante en la comunidad dejando a las instituciones el rol de facilitadores. Bebbington (1994) por otro lado enfatiza las organizaciones locales para fortalecer las actividades de solución y difusión de las tecnologías a través de sus miembros.

El presente trabajo enfoca su estudio en evaluar la experiencia del método de extensión Campesino a campesino a través de los productores tanto que difunden como los que reciben las tecnologías de manejo de recursos naturales.

### *Objetivos del estudio:*

Evaluar la transferencia de la tecnología (TDT) realizada a través de las actividades de capacitación y asistencia técnica del proyecto RENARM/Cuencas en los proyectos Nueva Pozas y Colopeque, San Marcos en Honduras. Específicamente, determinar las tecnologías adoptada entre el periodo 1992-95 por los promotores de enlace y así como también a nivel de los otros productores clientela.

### **Materiales y métodos (metodología del estudio)**

#### *Definición de los términos:*

**Promotor enlace (PE):** Es un productor campesino identificado por la comunidad para que se capacite y transfiera las tecnologías aprendidas; además debe tener una parcela para incorporar prácticas y convertirlas en un centro demostrativo, y que posee la virtud de enseñar a otros al mismo tiempo tenga el liderazgo en la comunidad. Sus servicios no son remunerado.

**Productor clientela (PCL):** Un productor clientela es el individuo que recibe la asistencia técnica del PE o del técnico institucional e incorporar las prácticas a su finca.

#### *La metodología de la evaluación.*

##### Primer día

PE. El taller con la participación de 18 PE acordó realizar la evaluación de la TDT en 4 grandes áreas agroecológica Sistema de granos básicos, Caficultura, Ganadería, y la huerta familiar. El ejercicio de la evaluación de TDT fue a través de trabajo en pequeño grupo de PE con el objeto de ilustrar en dibujos dos situaciones, antes de 1992 y en 1995, en finca típica de la microcuenca respectiva.

Segundo día

PCL. En cada una de las microcuencas se efectuó un taller de la evaluación de TDT con la participación de un total de 16 PCL. El ejercicio fue similar a lo del Primer día con los PE.

Tercer día

Se realizó una reunión con las instituciones locales más importante, en donde se presentó el trabajo realizado por los promotores ilustrando la situación en 1992 y después en el año 1995 en los cuatro sistemas agroecológicos.

## **Resultados de la evaluación participativa**

### *Cambio tecnológicos en los sistemas agroecológicos:*

Los resultados tanto de los talleres con PE como PCL revelan que hay poca diferencia en las prácticas adoptadas por ellos. Por lo general los efectos de la adopción es más notable en los PE, reflejado por el tiempo de la adopción y su capacidad de reinversión.

**Granos básicos:** En el año 1992 presentaba la situación de limpieza, quema, bosques quemando, río rebasado, baja densidad de siembra, y con cerca muerta. En 1995 se encontraba con protección forestal, fuentes de agua protegida, parcelas con *mulch*, cultivos curva de nivel y acequias. Los rendimientos de maíz pasan de 7 al 10 quintales por MZ a más de 20 quintales /Mz.

**Caficultura:** Antes de 1992 deforestaban con hacha, bosques prendido con fuego, limpiaba con azadon, una sola limpieza, poca fertilización. En 1995 se encuentra siembra en contorno, acequia de ladera, terrazas individuales continua, pozos de absorción, barreras vivas, cercas vivas, aumento de densidad, poda y renovación, e introducción de nuevos cultivos como izote, pina con riego donde posible. Los rendimientos de 4 quintales por Mz en 1992, se registra los rendimientos de 70 a 75 quintales actualmente. La poda de café ha significado 30% de la leña por la vía tradicional. Los PE reportan su inversión propia en vía de acceso de su finca para el transporte de sus productos.

**Ganadería:** La ganadería antes de 1992 estaba muy restringido por la incidencia del gusano barrendero, bosques desprotegidos, y cercas con postes muertas. Aunque la ganadería no es muy fuerte en la zona, se reporta introducción de árboles de postes, siembra de parcelas con pastos de corte, establecimiento de los comedores y fuentes de agua en las parcelas. Se menciona mayor producción de leche y carne.

**Huerta familiar:** La huerta familiar comprende espacios alrededor de su vivienda. En 1992 tenía un promedio de 1/4 de Mz sembrando de manera dispersa hortalizas tradicionales como ayote, patatas, aguacates y caña dulce sin protección de los pasos de agua. Padecían de desnutrición. Ahora en 1995 cuentan con la introducción de cultivos como: naranja, guinea, tomate, repollo, cebolla, zanahoria, y frijol. Se han establecido los semilleros para las hortalizas. Mantienen la cría de los pavos y pollos. Identifican las letrinas y el mejor aprovechamiento del espacio. Reportan la venta de los excedentes de hortalizas en el mercado de San Marcos.

### *Cambios en las relaciones PE y PCL:*

Los originales 14 PE que iniciaron en el año 1992-93 han casi duplicado hoy (30), significando que los nuevos PE prestan también la asistencia técnica a los PCL. En sesiones formales los PE reportan la cobertura de un promedio de 10 a 12 PCL cada uno. La tendencia y creciente, más bien los PE expresan su preocupación para sostener una organización de esta naturaleza

## Discusión

El fuerte cambio tecnológico, rendimientos e ingresos en las micro-cuencas no solo obedece a la capacitación de los PE y la asistencia técnica a los PCL, sino también contribuyen siguiente factores:

1. **Efecto demostrativo:** La parcela de los PE constituye como una herramienta demostrativa para multiplicar su capacitación.
2. **Característica de la tecnologías:** Las tecnologías como chapear, no quemar y la mínima labranza es de bajo costo, y ayudan la rápida recuperación de los suelos y rendimientos. Asimismo el ahorro de tiempo en los sistemas de granos básicos facilita más tiempo para su caficultura y la huerta familiar. También en algunos casos los PE trabajan como jornaleros especializados (poda, deshoje, siembra en contorno, espacimientto y manejo de sombra) en grandes y medianos fincas de café.
3. **Crédito para la conservación:** El PRODERE-PNUD-ADEVAS facilita créditos para los cultivos, y la mejora de parcelas con prácticas de conservación. Estos requieren distinto grado de garantías acesando el crédito a los más necesitados. Los PE en mayoría de los caso son miembros o coordinadores del comité que otorga financiamiento a los PCL desde 2,000 hasta 30,000 lempiras. La recuperación de crédito es de 96%.

## Conclusiones

1. El sistema de extensión "Campesino a Campesino" con poca inversión en capacitación por parte de CATIE/RENARM/CUENCA y otros como PRODERE-PNUD resulta más efectivo con bajo costo de servicio de extensión. El costo de difusión de las prácticas en manejo de recursos naturales este estudio de caso es bastante bajo y los resultados son más sostenible.
2. El método de evaluación adoptada que duro tres días en este estudio fue interactivo y verás ya que el proceso involucró el grupo de PE y el PCL y asimismo las instituciones locales interactuaron con los resultados de la evaluación. Sin embargo requiere esfuerzos adicionales para cuantificar la evaluación en algunos aspectos.

## Literatura citada

- Bebbington Anthony, J. (1994): *Farmers federation and food systems: organizations for enhancing rural livelihoods*; In *Beyond Farmers First: Rural people's knowledge, agricultural research and extensión practice*. Intermediate Technology Publications, London.
- Farrington John and Adrienne Martin (1993): *Farmer Participation in agricultural Research: A review of concepts and practices*. Overseas Development Institute, London.
- MacCraken et al (1988): *An Introduction to Rapid Rural Appraisal for Agricultural Development*. IIED, London.
- Uphoff, Norman, (1994): *Local organization for supporting people-based agricultural research and extensión: lessons from Gal Oya, Sri Lanka*. In *Beyond Farmers First: Rural people's knowledge, agricultural research and extensión practice*. Intermediate Technology Publications, London.

## USING A GIS TO DETERMINE CRITICAL AREAS IN THE CENTRAL CORDILLERA CONSERVATION AREA, COSTA RICA.

Grégoire Leclerc. Laboratorio de Análisis Geográfico. ACSAF-CATIE  
Johnny Rodríguez Ch., FUNDECOR

**Abstract:** We briefly present a weighted multicriteria methodology that has been applied by CATIE, FUNDECOR and the National Park Service to determine Critical Areas in the Central Cordillera Conservation Area in Costa Rica. A raster GIS has been used to produce maps of susceptibility to deforestation and to aquifer contamination due to human pressure, with a resolution of 1 hectare.

**Resumen:** Presentamos una metodología de múltiples criterios que ha sido aplicada por CATIE, FUNDECOR y la Dirección General Forestal para definir Áreas Críticas en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central en Costa Rica. Se usó un Sistema de Información Geográfica de formato cuadrícula para producir mapas de susceptibilidad a la deforestación y a la contaminación de acuíferos, con una precisión de 1 hectárea.

### Introduction

The Foundation for the Development of the Central Cordillera (FUNDECOR) is an NGO whose mission is "to preserve and promote sustainable development of the Natural and cultural patrimony of the Central Cordillera Conservation Area" (ACCVC) in Costa Rica. It promotes the autofinancing of the national parks and impulses private sustainable activities in ACCVC. FUNDECOR actions are based on the principle that Conservation and Development can be complementary and can coexist in harmony.

ACCVC, which is part of the National Park Service of Costa Rica (NPS), is located in the Central sector of the country (Figure 1). It covers approximately 300,000 hectares. About 71,500 hectares correspond to protected areas by law as National Parks (National Park Braulio Carrillo, for instance), while another 100,000 hectares are covered by dense rain forest in the buffer areas. The remainder is used as pasture and agriculture.

FUNDECOR and ACCVC/NPS pretend to support the protected areas to preserve and guaranty their biodiversity, water quality and scenic beauty, through autofinancing, territorial consolidation and improved administration and planning. In the buffer zones, FUNDECOR pretends to preserve all the area covered by rain forest through sustainable management of the forest resource. They promote reforestation in the deforested areas.

Part of the strategy for Conservation and Development in the ACCVC, developed by FUNDECOR, NPS and the Dirección General Forestal (equivalent to the US Forest Service in Costa Rica) with the technical assistance of the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), consisted of building a model to predict areas where the forest and water (the principal natural resources of the zone) are more prone to be affected by human activities. In these areas, FUNDECOR would focus its resources and perform emergency corrective actions.

This paper presents the methodology to determine Critical Areas, which was based on the advice of experts, and made heavy use of a raster based Geographic Information System (GIS). The method is a standard multicriteria analysis, where weights have been assigned by pair-wise analysis of the threats to natural resources.

### Methodology

Definition of Critical Areas has been fundamental to the development of FUNDECOR's strategy. In effect, proper management activities in the area require a great input of resources which are always limited. To help in the selection of sites where FUNDECOR should intervene to preserve natural value, a scale of priority has been

assigned to each hectare (the pixel size) in the ACCVC. These areas are referred to as Critical Areas throughout this paper. To this respect, a *Critical Area is defined as an area with physical and socioeconomic characteristics that have a high probability of suffering from human pressure*. In these areas FUNDECOR will promote actions that minimize the negative impact of human activities on the natural resources.

With a raster GIS, the factors that are associated with pressure on the natural resources (threats) are combined to create the Critical Areas map, a map showing the pressure or threat on the resource. This map corresponds qualitatively to deforestation probability, or to water contamination risk. To build this map, the resources themselves have first to be prioritized, and second each threat is given a relative weight. Third, the spatial variation of a given threat has to be determined, and the threat is normalized in order to be able to combine them quantitatively. Determination of critical areas consisted in 4 steps described below.

### ***Prioritizing Natural Resources.***

Forest and water have been identified as the most important resources to protect since they represent the principal source of natural richness of the ACCVC. We considered them to be equally important, but treated them individually because they require different types of protective actions. Aquifers were classified in two categories: superficial and deep, the first one being given a priority twice as large as the second.

### ***Prioritizing Threats.***

The criteria that defined the degree of pressure on the resources, or threat, were the following:

a) population density; b) roads and trails; c) terrain slopes; d) logging activities; e) IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) land distribution.

To assign a weight to these factors is not an easy task since they are interrelated. We chose a pairwise analysis with the method of Saati (1977) that has been implemented in the module WEIGHT of the GIS IDRISI (IDRISI, 1993) to ensure that the resulting weights are the ones that minimize the distortion of our conceptions of these factors. The method was applied by a group of 10 experts. Using the module WEIGHT of IDRISI, we obtained weights that will be later referred to as Absolute Weights, for resources Forest and Water:

a) population density:	Forest:	0.15	Aquifers:	0.23
b) roads and trails:		0.26		0.15
c) terrain slopes:		0.08		0.06
d) logging activities:		0.38		0.35
e) IDA land distribution:		0.13		0.21

### ***Model.***

To construct the map of Critical Areas, we have to combine quantitatively the different factors with their Absolute Weights. Each threat  $k$  is given an absolute weight  $P_{i,j}^k$  determined by the pairwise analysis, as described in the preceding section. Within a specific threat, spatial variations represented by  $P_R^k(i,j)$ , where  $(i,j)$  represents the position of cell (pixel)  $(i,j)$ .

Multicriteria modelling can be defined as follows: Given  $N$  types of independent threats  $k$  the resulting threat  $A(i,j)$  for each cell  $(i,j)$  is given by Equation 1:

$$A(i,j) = \sum_{k=1}^N A^k(i,j)$$

3

$$A^k(i,j) = P_R^k(i,j)P_A$$

The absolute weights  $P_A^k$  are scaled from 0 to 1, the sum being equal to 1. The relative weights  $P_R^k(i,j)$  are also normalized to 1, with the result that on average (weighted by the areas covered by the each threat)  $P_R^k(i,j)$  is 1. Hence multiplying  $P_R^k(i,j)$  by  $P_A^k$  will produce the threat  $A^k(i,j)$  for each cell, that will average over the entire area to a value equal to  $P_A^k$ . The methodology for the normalization is described in Leclerc and Rodriguez (1996).

#### ***Spatial dependence of threats.***

**ROADS:** We digitized roads from 1:50000 scale maps and made the assumption that the pressure of the human activity along them is decreasing exponentially with the distance to the road with a characteristic distance  $d_0$  of 1km. All the types of roads (from highway to gravel) have been given the same weight. Hence the probability of entering the forest up to a distance  $d_0$  is  $P(d_0)=1/e=0.37$ .

**FOREST MANAGEMENT PLANS.** Logging activity is taken into account through forests management plans approved by the DGF after 1989. The plans have been digitized from 1:50000 scale maps. To simulate the pressure that the logging activity in an area can bring to the neighbourhoods, we selected a buffer zone of 1km around the actual management plans, and gave it a weight of 1. The management plans supervised by FUNDECOR or approved by FUNDECOR have been given a weight of 0, which implies that these plans do not present any risk to the environment. In the neighborhood of these areas, however, FUNDECOR has a responsibility since the logging activities, although well managed, imply road construction which opens the way to uncontrolled logging in the buffer zone.

**POPULATION DENSITY:** Since 1945, Costa Rica has put tremendous efforts and money to improve education, and as a consequence it has a lower rate of illiteracy than the USA. As soon as there are a few children in an area, a school is built and a teacher assigned. This allowed us to generate a better estimate of population density than from the villages that appear on the outdated maps. Schools, digitized as points from the 1:50000 scale maps of the Ministry of Education, were assigned a weight equal to the number of registered students. Then applying 100 successive passes of a 3x3 average filter, we generated a gaussian distribution, 2.5km wide and centered on the school, which represents student density.

**IDA LAND DISTRIBUTION:** To simulate the fact that new IDA colonies can be located in the neighborhood of existing colonies, we considered a simple 1 km buffer. The IDA colonies and the buffer zone have been given a weight of 1

**TERRAIN SLOPES** The criteria of reduced slopes as a threat to the natural resources is based on the fact that steep slopes is a natural barrier for logging and for expansion of population. Flat areas, to the contrary, are prone to be invaded rapidly. The threat for slope classes has been computed using the inverse of the average slope in a given slope class, and has been normalized using the area of each class.

The parameters used by the model are globally as independent as possible but there may be areas where two parameters are redundant. For example, where population is concentrated there is sometimes a greater density of roads and the level is usually flatter, and the simple sum of the weight resulting from these parameters will overestimate the threat. To overcome this situation, we combine population and roads threats into a single threat using the maximum of the overlapping threats.

## **Results**

### ***Map of Critical Areas.***

The Critical Areas map is the result of combining the distinct layers representing different threats as in Eq. 1. The resulting map contains quantitative real values that we can reclassify to obtain a qualitative map that is easier to interpret. Figure 2 shows the critical areas map for forest, depicting the risk that an area will suffer deforestation in the near future.

### ***Land use change and model validation.***

Based on satellite imagery, land use changes in the period 1986-1992 has been estimated for the ACCVC. To validate the model, the Critical Areas map (real values) has been reclassified in 20 levels in intervals of 0.05. For different regions of the ACCVC out of the National Parks (buffer zone), the area deforested has been determined for every level of threat. For low levels of threats, deforestation is erratic, due to the an error in the land use change map (slight misregistration of the 1986-1992 maps) and to differences in the pixel size of the source imagery. For the intermediate levels of threat, the precision of the prediction improves considerably and a linear relationship is found, which is expected if the model is appropriate.

In the zones with greatest threat, the prediction of the model loses again precision which is an indication of other factors that may contribute. These will probably differ depending on the geographic region, and the present analysis could help to identify the factors that do not contribute. For example for high threat levels, the average deforestation rate seems to become constant or decrease. This phenomena could be explained in some areas by the proximity of the forested land to National Parks, where the owners prefer to maintain the forest cover in the hope that the government will purchase them to enlarge nucleus zones. In general the model predicts correctly the land use change or deforestation in the buffer zone. Thanks to the GIS technology, the model becomes a tool that can be easily improved.

The results of the model are now part of FUNDECOR activities. For operational purposes, the Critical Areas map have been reclassified in 3 levels in order to obtain a linear relationship for deforestation showing low, average, and high priority areas. When a farmer applies for help and financing from FUNDECOR, its farm is mapped on the Critical Area map and the average priority level for that farm is obtained. Farms are then ranked with respect to their average priority levels and preference will be given to high priority areas even if their commercial value is not as high.

## **Conclusion**

GIS have been applied successfully for planning and decision making in a conservation area. The learning curve for a raster GIS being very steep, FUNDECOR is now performing its own analysis and models, and is applying the concept of Critical Areas at the planning and operational levels. As with any models, however, streamlining is now required, based on longer data time series and rigorous analysis involving spatial statistics.

## Aknowledgements

Thanks are due to the technical team that contributed to the development of this methodology. In particular, we would like to mention the tremendous efforts put by Franz Tattenbach, Jan Engert, Grettel Vargas, Froylan Castañeda, of FUNDECOR, and Carlos Herrera of the NPS of Costa Rica. This work has been financed by the United States Agency for International Development (USAID).

## References

Saati, T. L., 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *J. Math. Psychology*, 15, 234-281

IDRISI, 1993. Clark University.

Leclerc, G., and Rodriguez C., J., 1996. Using a GIS to determine critical areas in the central cordillera conservation area, Costa Rica. In: *Conservation Policy Making Using Digital Mapping Technologies: Case Studies in Costa Rica*. Savitsky, B. G. and Lacher, T. E. Jr. (Editors). Columbia University Press, Biology and Resource Management in the Tropics Series. (To be published).

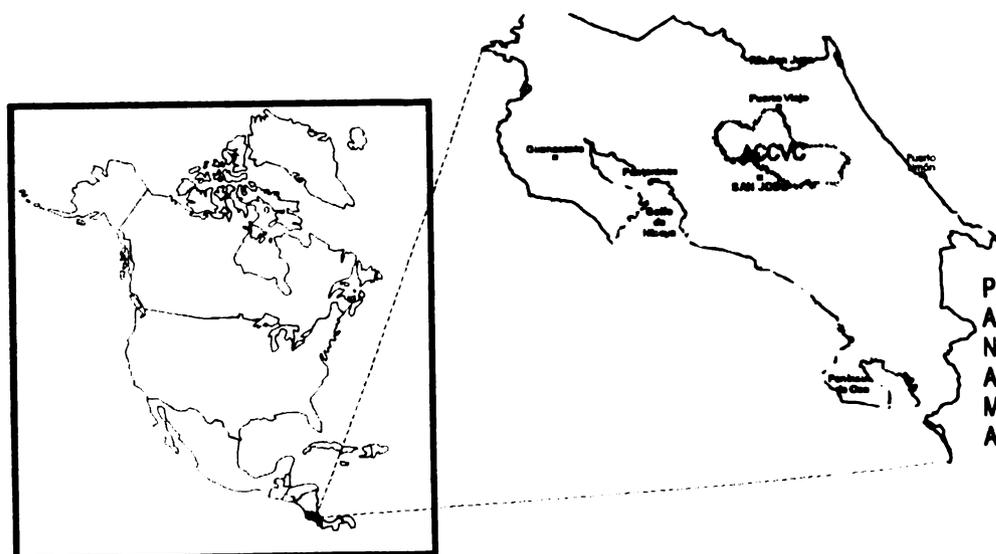
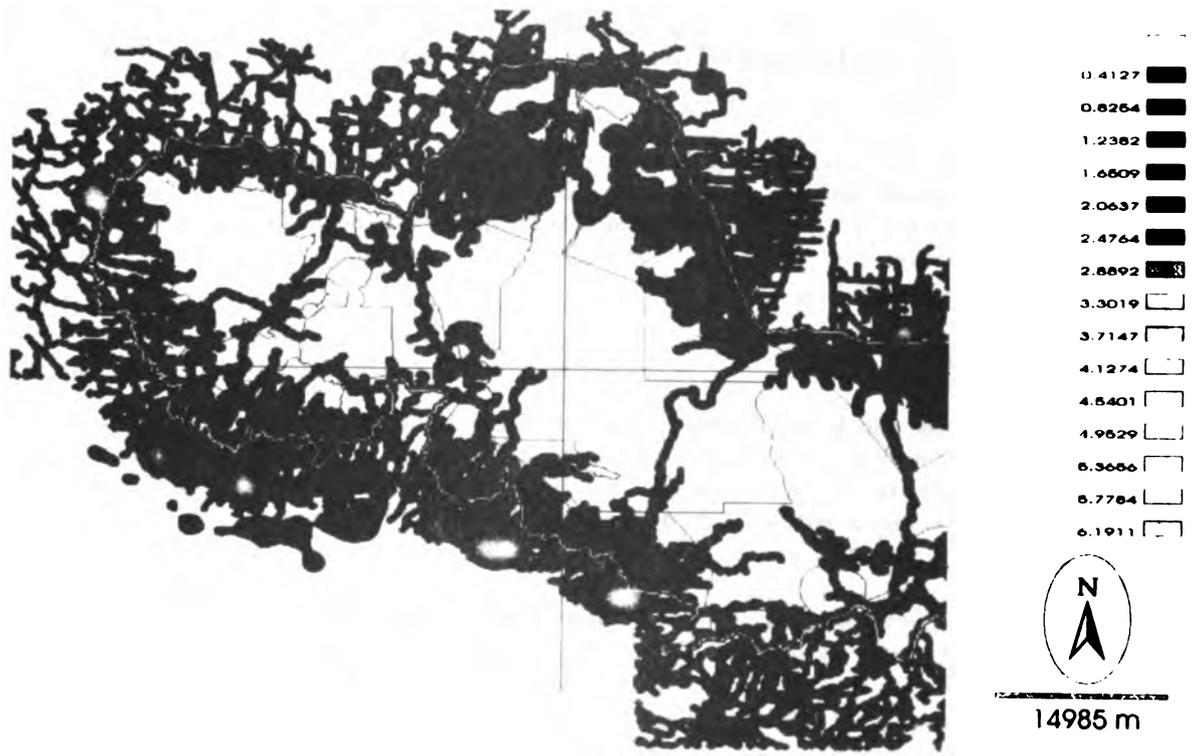


Figure 1. Localization of the Central Cordillera Conservation Area, Costa Rica.



**Figure 2.** Critical Areas map for the Forest resource (areas susceptible to deforestation).

## EL INVENTARIO REGIONAL Y SU USO PARA EL ANALISIS DEL USO SOSTENIBLE DE LA TIERRA

Dr Jetse J. Stoorvogel  
(Experto de SIG y edafólogo)  
Dr Hans G.P. Jansen  
(Coordinador y economista)  
Ir Donatus M. Jansen  
(Agrónomo)

**Resumen:** Un inventario regional fue elaborado para la parte Norte de la provincia de Limón. Este incluye datos bio-físicos (p.e. suelos y precipitación) así como datos socio-económicos (p.e. densidad poblacional y uso de la tierra). El inventario fue utilizado para desarrollar una metodología para el análisis de uso de la tierra. La metodología puede explorar las posibilidades para un uso sostenible y a largo plazo, analizar los efectos de políticas sobre el uso de la tierra.

**Summary:** For the northern part of the Limon province, a regional inventory has been carried out. The inventory includes bio-physical data (e.g. soils and rainfall) as well as socio-economic data (e.g. population density and agricultural land use). The inventory has been used for the development of a methodology for the analysis of land use. The methodology can explore the possibilities for a more sustainable land use and, in the long run, analyse the effects of policies on land use.

### Introducción

El desarrollo sostenible del sector agrícola es una meta importante tanto para los agricultores como para el país, con el fin de conservar los recursos naturales y asegurar la producción agropecuaria en el futuro. Uno de los problemas principales para lograr esta meta, es la falta de conocimiento sobre los efectos de la política agraria y los incentivos económicos en el uso de la tierra. Una de las limitaciones principales, sobre todo en muchos países tropicales, se origina en los datos disponibles.

El Programa de Investigaciones para la Sostenibilidad en la Agricultura (REPOSA) es una cooperación entre el CATIE, la Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda (UAW) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y financiado por la UAW. El área de estudio es definida como la parte Norte de la provincia de Limón y cuenta con un total de 4.500 km<sup>2</sup>. En los últimos años REPOSA ha creado un sistema de información geográfica (SIG) para mantener la base de datos la cual incluye datos del ambiente bio-físico (p.e. suelos y precipitación) así como del ambiente socio-económico (p.e. densidad poblacional y uso de la tierra). Con base en la información, REPOSA desarrolló la metodología USTED (Uso Sostenible de las Tierras en El Desarrollo) para evaluar diferentes escenarios de uso de la tierra.

### Materiales y métodos

El inventario de la región de estudio es el aspecto que en la gran parte de estudios ocupa la mayoría de tiempo y fondos. Afortunadamente, nuevas tecnologías como SIG y imágenes de satélite ayudan hacer los inventarios de una manera más rápida. No obstante, mejorar las metodologías para inventarios regionales recibe poca atención. REPOSA trata de mejorar las metodologías para obtener información con el mismo detalle con menos esfuerzos (Stoorvogel, 1995). Con base en la información que resultó del inventario regional, se está desarrollando una metodología interdisciplinaria para la evaluación del uso de la tierra. Por medio de un modelo de programación lineal se investigan posibilidades de maximizar los ingresos de fincas, seleccionando la mejor combinación de opciones del uso de la tierra, considerando límites al uso de recursos y al valor de indicadores de la sostenibilidad. Las opciones del uso de la tierra son dadas por diferentes combinaciones de cultivos y tecnologías de manejo de ellos, los cuales difieren por tipo de suelo. Un SIG es usado para determinar las tipos de fincas y los recursos de suelo. El uso de un SIG también facilita visualizar los resultados.

El enfoque de USTED es tanto a los ingresos como a la sostenibilidad y por esto, la metodología se puede usar para informar a los políticos sobre concesiones mutuas entre diferentes objetivos. El área del intercambio entre el desarrollo económico (expresado en términos de ingresos netos agregados por la región) y sostenibilidad reciben atención específica. Este último es efectuado en términos de algunos indicadores de sostenibilidad, los cuáles fueron identificados como las más importantes limitaciones en la producción agrícola.

## **Resultados**

Con base en el inventario un SIG fue desarrollado con un amplio juego de datos sobre la Zona Atlántica. La información del SIG fue recientemente publicada en un Atlas de la región (Stoorvogel y Eppink, 1995). La metodología USTED fue aplicada para el asentamiento Neguev y el cantón Guácimo en la Zona Atlántica. Los escenarios ejecutados con la metodología USTED fueron analizados en comparación con un escenario 'base' (Schipper et al, 1995; Jansen et al, 1995). En un primer set de escenarios las posibilidades para una agricultura más sostenible fueron explorados. Los resultados indican que se puede bajar el uso de agroquímicos hasta 50 % bajando los ingresos netos de las fincas con unicamente 5% comparado con el escenario 'base'. Para las pérdidas de elementos nutritivos los efectos eran menos claros, pero si habían posibilidades. El problema de práctica es cómo los politico pueden lograr que los campesinos usen menos agroquímicos. Un impuesto ambiental sobre las precios puede ayudar pero segun el modelo. No obstante las ingresos bajan más por el aumento en los costos de insumos.

## **Discusión**

Se requiere mucha información para lograr hacer funcionar una metodología como USTED. En la Zona Atlántica se usó mucho tiempo para el inventario regional. Recientemente se empezó un inventario regional en Guanacaste para probar si es posible obtener la información requerida con menos esfuerzos.

El uso de un inventario regional es amplio para cualquier estudio de una región. Almacenar los datos en un SIG facilita, un mejor uso por las posibilidades de combinar mapas, actualizar datos etc.

El uso de la metodología USTED esta basado en el inventario regional. Cualquier metodología para analizar el uso de la tierra de una región necesita esta información y adicionalmente conocimiento de los procesos que por ejemplo influyen en la sostenibilidad de la producción. El enfoque de REPOSA esta dirigido en evaluar metodologías con las cuales se puede hacer el inventario de manera más rapida, y con mejor conocimiento de la calidad de los datos. Si está información es disponible, metodologías como USTED pueden funcionar. El uso de USTED es amplio a diferentes niveles de estudio. A nivel de finca diferentes tecnologías alternativas desarrollados por proyectos de investigación pueden ser evaluados dentro del marco socio-económico de la finca. A nivel de asentamientos, organizaciones como el IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) pueden evaluar los efectos de, por ejemplo: ayuda de crédito para los campesinos y identificar los problemas principales. A nivel regional son lás políticas que se pueden evaluar.

## **Literatura citada**

- Jansen, H.G.P., D.M. Jansen, y J.J. Stoorvogel, 1995. Análisis cuantitativo del uso sostenible de la tierra en Costa Rica. Presentado en el Seminario " Avances y Perspectivas del Desarrollo Rural Sostenible en Costa Rica", 25 y 26 de octubre 1995, IICA, Costa Rica.
- Schipper, R.A., D.M. Jansen, y J.J. Stoorvogel 1995. Sub-regional linear programming models in land use analysis: a case tudy of th Neguev settlement. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43: 83-109.
- Stoorvogel, J.J., 1995. Geographical information systems as a tool to explore land characteristics and land use. Ph.D thesis, Agricultural University, Wageningen. Th Netherlands.
- Stoorvogel, J.J., y G.P. Eppink, 1995. Atlas de la Zona Atlántica Norte de Costa Rica. Programa Zona Atlántica (CATIE-UAW-MAG). Costa Rica.

## **KEY CONSIDERATIONS TO FORMULATE PLANT PROTECTION POLICIES IN CENTRAL AMERICA**

Octavio A. Ramírez

### **Introduction**

Integrated pest management (IPM) is now widely recognized as a chief alternative to the currently elevated, almost exclusive and seemingly irrational use of synthetic chemical pesticides in agricultural production. When IPM is compared to the unilateral use of chemical pesticides in many systems, several advantages are expected (Ramírez, 1994; Pingali et al., 1994; Dao et al., 1987; Hilje et al., 1987; ICAITI, 1977). These are related to an ample range of social objectives; accruing to farmers, individually or as a group, to consumers, the national economies, the environment and biodiversity. Such benefits include:

1. A substantially reduced risk of pesticide intoxication for the agricultural workers exposed to such dangerous chemicals.
2. A decrease in long-term cancer rates and other ailments usually associated with the prolonged consumption of sub-lethal dosages of pesticides in the general population that ingests agricultural food products.
3. And increased long-term probability of being able to obtain reasonable yields and economic returns on a larger number of crops in traditional agricultural areas. This can be achieved by avoiding the development of pest strains that are resistant to chemical control agents, by refraining the outbreak of secondary pests into primary plant protection problems, and by fostering the conservation of non-renewable natural resources such as the farming soil. In other words IPM is a key element for the biological and economic sustainability of agricultural production.
4. As a by-product of the former, the protection of non-traditional (usually forest) agricultural areas from the invasion of farmers or field workers forced to abandon the historic crop production zones; or by new agricultural activity born as a response to the increased demand for food products that can not be fulfilled by the conventional growing areas any more.
5. The protection of biodiversity and other productive activities such as fisheries, that can be affected by chemical pesticide run of fall outs.
6. Preventing the contamination of water sources for human and animal consumption and its effects on their health, when agricultural production is established in watersheds or in areas where such drinking water is obtained from welling into the water table.
7. Improving the balance of payment, since most chemical pesticides are imported (at least the raw materials needed for formulation), and most IPM alternatives are intensive in the use of locally produced inputs, such as labor.

### **Results and Discussion**

Of the seven advantages listed above, and assuming that the agricultural producers know about and understand the magnitude each and every one of them, it is only reasonable to hypothesize that farmers may give some value to the first and third considerations when deciding whether to control a pest by spraying a chemical pesticide or implementing an IPM alternative. Five key advantages that arise when IPM is compared to the unilateral use of chemical pesticides, mostly accrue to society as a whole, and not to individual farmers. Furthermore, even if a single individual agricultural producer had the necessary information and well meaning to behave taking into consideration the full social benefits of using IPM technologies in his farm, he will probably be intelligent enough for not doing so. This because such benefits are only achieved if most farmers within a specific area adopt the available IPM alternatives, significantly reducing their use of chemical pesticides. The individual actions of a single farmer will have no effect, except on accomplishing the first advantage. Therefore, he would not be likely to act upon his good intentions unless it can be warranted that all other producers will do the same. The former discussion can be summarized as follows:

1. Most advantages that arise from IPM implementation will benefit society as a whole, and the farmer population only represents a relatively small fraction of it.
2. Some of those advantages are either achieved in the long-term or are substantially intangible in their nature. That is, they are of great importance, and can be achieved; but once they are being accomplished the beneficiaries may not realize it. An example will be the drinking of pollution-free water.
3. In many instances the beneficiaries of such advantages do not have enough information and technical expertise to appropriately gauge their full value. An example would be the decrease in long-term cancer rates and other ailments usually associated with the prolonged consumption of sub-lethal dosages of pesticides in the general population that ingests agricultural food products.
4. Although some of those advantages accrue to the same individuals that must act in order to achieve them (i.e. the farmers), some times society must promote certain types of self-benefiting behavior. An example outside of agriculture would be the fines to individuals that do not wear seat belts.

The former analysis allows to conclude that the need for social action through policies tending to promote the implementation of IPM in Central America is well justified. If the choices are left to the individual farmers, without establishing regulations and mechanisms to internalize<sup>15</sup> and spread out the social costs caused by the externalities<sup>16</sup> of a pesticide based agricultural production, the level of IPM implementation will remain well below its social optimum (Farah, 1993; Mumford, 1994).

## **Conclusions and Recommendations**

This study concludes that the implementation of IPM has been impeded or severely limited by the lack of adequate, well justified policies to promote it; and even by the existence of policies that foster the use of synthetic pesticides. To revert such situation, the following actions are recommended:

1. Carry out educational campaigns to make the consumers aware of the presence and danger of pesticide residues on food products, and the establishment of mechanisms to let them express their desires for such to be free of dangerous chemicals.
2. Institute policies to alleviate the perceived incremental production risk of substituting chemical pesticides with IPM options at the farm level.
3. Conducting educational campaigns about the social benefits of an IPM based agricultural production vs. one dependent on the unilateral use of chemical pesticides.
4. More private and public resources to be dedicated to IPM research and extension.
5. Establishing tariffs or bans on the import or usage of certain pesticides.
6. The allotment of more credit for chemical vs. non-chemical control.
7. IPM as a strategy to confront pest problem crisis.

---

<sup>15</sup> That is, to make sure that the productive unit also pays for the costs associated to the negative effects resulting from its activities, but that occur outside of such unit.

<sup>16</sup> That is, the negative consequences of the activities of a given productive unit that occur and affect somebody outside of it.

## Literature cited

Dao, F., Chiri, A., Montoya, R. (Eds.). (1987). *Seminario sobre Problemas Asociados con el Uso de Plaguicidas en Centroamerica y Panama*. Marzo, 1987. IICA, San Jose, Costa Rica. 44pp.

Farah, J. (1993). *Pesticide Policies in Developing Countries: Do they Encourage Excessive Pesticide Use?* The World Bank. Washington, DC, USA.

Hilje, L., Castillo, L.E., Thrupp, L.A., Wesseling, I. (1987). *El Uso de los Plaguicidas en Costa Rica*. San Jose, Costa Rica. EUNED-Heliconia. 149pp.

ICAITI. (1977). *An Environmental and Economic Study of the Consequences of Pesticide Use in Central American Cotton*. Guatemala, UNEP-ICAITI. 295pp.

Mumford, J.D., Stonehouse, J.M. (1994). *Pest Management Policies in Less-Developed Countries*. In: (Black, R and Sweetmore, A (eds) Crop Protection in the Developing World. Monograph No. 61, British Crop Protection Council, Farnham, UK. pp11-18.

Pingali, P., Marquez, C., Palis, F. (1994). *Pesticides and Philippine Rice Farmers' Health: A Medical and Economic Analysis of Impact*. American Journal of Agricultural Economics (forthcoming)

Ramirez, O. (1994). *Plant Protection Policy Issues and Situation in Central America*. Proceedings of the seminar Plant Protection Policies in Developing Countries sponsored by the FAO/UNEP Panel of Experts on Integrated Pest Management. University of Gottingen, Germany, February 28 to March 4, 1994.

## **CONSIDERACIONES DE MAYOR IMPORTANCIA PARA LA FORMULACION DE POLITICAS FITOSANITARIAS EN AMERICA CENTRAL**

Octavio A. Ramírez

### **Introducción**

El manejo integrado de plagas (MIP) es ampliamente reconocido como una alternativa al actual uso muchas veces elevado, casi exclusivo y poco racional de los plaguicidas químicos sintéticos en la agricultura. Cuando se compara el manejo integrado de plagas con la situación actual de dependencia casi absoluta de los plaguicidas químicos sintéticos en muchos sistemas de producción agrícola, generalmente se esperan varias ventajas (Ramírez, 1994; Pingali et al., 1994; Dao et al., 1987; Hilje et al., 1987; ICAITI, 1977). Estas se relacionan con un amplio rango de objetivos sociales; y favorecen a productores, individualmente o como grupo, a los consumidores de alimentos, a las economías nacionales y al medio ambiente y la biodiversidad. Dichos beneficios incluyen:

1. Para los trabajadores agrícolas: Un riesgo substancialmente reducido de intoxicación al no tener que utilizar tan intensivamente los plaguicidas químicos sintéticos.
2. Para el sector agrícola y sus constituyentes: Una mayor posibilidad a largo plazo de obtener rendimientos y retornos económicos razonables en los sistemas y áreas tradicionales de cultivo. Esto se puede lograr evitando el desarrollo de resistencia por parte de las plagas a los agentes químicos de control, previniendo la conversión de plagas secundarias en primarias, y conservando mejor los recursos naturales no-renovables, tales como los suelos agrícolas. El MIP es un elemento clave para la sostenibilidad biológica y económica de la producción agrícola; a largo plazo puede lograr una reducción en el riesgo y un aumento en los retornos financieros.
3. Para la población consumidora de alimentos en general: Una disminución en los índices de cáncer y de otros padecimientos que pueden estar asociados con el consumo prolongado de dosis sub-letales de químicos sintéticos.
4. Para la población en general o segmentos específicos de esta: Cuando la producción agrícola intensiva se establece en cuencas o en áreas donde se obtiene agua potable de pozos, una disminución en la contaminación de fuentes de agua para el uso y consumo humano y animal; y de los efectos que esta tiene sobre su salud.
5. Para la economía nacional: El mejorar la balanza de pagos (i.e. disminuir los saldos negativos en el comercio externo), ya que la mayoría de los plaguicidas químicos sintéticos, o por lo menos la materia prima necesaria para su producción, se importan, mientras que muchas prácticas MIP son intensivas en su uso de insumos locales, como la mano de obra y el tiempo invertido en el manejo de los cultivos.
6. Para las personas comprometidas con la protección del medio ambiente natural y de la biodiversidad: Como resultado de una productividad agrícola sostenida o mejorada a largo plazo, los bosques secundarios y primarios se protegen de incursiones por parte de agricultores o trabajadores de campo forzados a abandonar las zonas históricas de producción de cultivos, o para expandir actividades agrícolas en respuesta a una demanda incremental por alimentos que no puede satisfacerse con las áreas convencionales de cultivo.
7. Finalmente, la protección de la biodiversidad y de otras actividades productivas como pesquerías, que pueden verse afectadas por la lixiliación, escorrentía o deriva de los plaguicidas químicos.

### **Resultados y Discusión**

De las siete ventajas arriba mencionadas, y asumiendo que los agricultores conocen y comprenden en su totalidad la importancia y magnitud de cada una de ellas, es razonable hipotetizar que ellos pueden dar un valor justo y significativo a las primeras dos consideraciones cuando enfrentan la decisión de cuando y con que intensidad controlar una plaga con pesticidas sintéticos versus la alternativa de implementar una práctica no-química de manejo. Esto porque solo las dos

primeras ventajas benefician mayormente y en forma directa a los productores mismos. En general el presente estudio concluye que:

1. Muchas de las ventajas que podrían resultar de la implementación de MIP beneficiarían a la sociedad en general, y la población de agricultores sólo representa una fracción relativamente pequeña de esta.
2. Algunas de las ventajas se alcanzarían poco a poco, a largo plazo, o serían de una naturaleza bastante intangible. Es decir que a pesar de que son de mucha importancia, una vez que se han logrado, los beneficiarios quizá no se dan cuenta de que las están percibiendo. Ejemplos serían el poder tomar el agua o consumir alimentos libres de contaminantes tóxicos, el gozar de un medio ambiente natural más sano y diverso, etc.
3. En muchas instancias, los individuos que recibirían tales beneficios no tienen suficiente información y conocimiento técnico para predecir y evaluar adecuadamente su valor. Ejemplos de estas serían la disminución en los índices a largo plazo de cáncer y de otros padecimientos relacionados con el consumo prolongado de dosis sub-letales de químicos en los alimentos; o la mayor sustentabilidad biológica y económica de los sistemas y áreas de producción.
4. Aunque algunas de estas ventajas las recibirían única y directamente las personas que deben de actuar para que se logren (i.e. los agricultores), a veces los gobiernos, en representación del orden social, deben de interferir para garantizar que las decisiones individuales sean compatibles con los objetivos sociales más amplios; y que estas resultan de procesos de toma de decisiones mejor informados. Un ejemplo de este tipo de interferencia, aunque externo al sector agrícola, son las multas a personas que no usan cinturones de seguridad al conducir sus vehículos.

El análisis previo nos permite concluir que la necesidad de una acción social mediante políticas que tiendan a desincentivar el uso intensivo de los pesticidas químicos sintéticos en la agricultura, y a promover la implementación de MIP en América Central, es obvia. Si las decisiones de manejo de plagas se dejan enteramente al criterio de los productores, sin establecer leyes, regulaciones y mecanismos para internalizar<sup>17</sup> y distribuir en forma adecuada los costos sociales causados por las externalidades<sup>18</sup> de una producción agrícola basada en el uso intensivo de los plaguicidas, el nivel de la implementación de MIP se mantendrá muy por debajo de su óptimo social (Farah, 1993; Mumford, 1994).

## Conclusiones y Recomendaciones

También se concluye en este estudio que la implementación del MIP ha sido impedida o bastante limitada en muchos casos por la falta de políticas adecuadas para promoverla; o inclusive por la existencia de políticas que fomentan el uso de los químicos sintéticos y a la vez desestimulan la utilización de prácticas alternativas de manejo de plagas. Para revertir la situación anterior, se formulan las siguientes recomendaciones:

1. Promover decisiones más informadas por parte de los agricultores y consumidores, educándolos a profundidad sobre la problemática antes descrita, y las posibles acciones tendientes a solucionarla.
2. Lograr un conocimiento generalizado en la población sobre los beneficios del MIP versus la dependencia unilateral de los químicos en la agricultura.
3. Establecer impuestos o prohibiciones sobre la importación o el uso de ciertos plaguicidas.
4. Dedicar más recursos públicos y privados a la investigación y transferencia de tecnologías MIP.

<sup>17</sup> Es decir el promover que la unidad productiva también pague por los costos asociados con los efectos negativos resultantes de sus actividades, pero que se manifiestan fuera de ella.

<sup>18</sup> Es decir los efectos negativos de las actividades de una unidad productiva que se manifiestan fuera de ella.

5. Proveer un mejor balance entre la disponibilidad de crédito para el control químico versus no químico.
6. Adoptar el Manejo Integrado de Plagas como una estrategia para enfrentar crisis fitosanitarias.

### **Literatura citada**

Dao, F., Chiri, A., Montoya, R. (Eds.). (1987). Seminario sobre Problemas Asociados con el Uso de Plaguicidas en Centroamerica y Panama. Marzo, 1987. IICA, San Jose, Costa Rica. 44pp.

Farah, J. (1993). Pesticide Policies in Developing Countries; Do they Encourage Excessive Pesticide Use? The World Bank, Washington, DC, USA.

Hilje, L., Castillo, L.E., Thrupp, L.A. Wesseling, I. (1987). El Uso de los Plaguicidas en Costa Rica. San Jose, Costa Rica. EUNED-Heliconia. 149pp.

ICAITI. (1977). An Environmental and Economic Study of the Consequences of Pesticide Use in Central American Cotton. Guatemala, UNEP-ICAITI. 295pp.

Mumford, J.D., Stonehouse, J.M. (1994). Pest Management Policies in Less-Developed Countries. In: (Black, R and Sweetmore, A (eds) Crop Protection in the Developing World. Monograph No. 61, British Crop Protection Council, Farnham, UK. pp11-18.

Pingali, P., Marquez, C., Palis, F. (1994). Pesticides and Philippine Rice Farmers' Health: A Medical and Economic Analysis of Impact. American Journal of Agricultural Economics (forthcoming)

Ramirez, O. (1994). Plant Protection Policy Issues and Situation in Central America. Proceedings of the seminar Plant Protection Policies in Developing Countries sponsored by the FAO/UNEP Panel of Experts on Integrated Pest Management. University of Gottingen, Germany, February 28 to March 4, 1994.

## **EFFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE SOMBRA DE *ERYTHRINA POEPPIGIANA* SOBRE *COFFEA ARABICA* VARS. CATURRA Y CATIMOR.**

Reinhold G. Muschler, Agroforestry Program, University of Florida, Gainesville, USA y Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Apdo 126, 7170 CATIE, Costa Rica

**Resumen:** En 1993 se iniciaron experimentos con diferentes niveles de sombra (0% al 80% de sombra) de *Erythrina poeppigiana* en plantaciones comerciales de *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor en la zona de Turrialba, Costa Rica. Los diferentes tratamientos de sombra se establecieron por medio de poda de árboles grandes. La reducción de radiación (PAR) hasta el 50% no resultó en una reducción significativa de la producción de café. Una reducción de PAR a menos del 30% disminuyó la producción de café en 30-40%. Los frutos de las parcelas sombreadas fueron más grandes y sanos. El estado vegetativo de los cafetos bajo poró alto era mejor durante todo el año que en las parcelas al sol y con poró pequeño. La incidencia de malezas fue alta solamente en las parcelas al sol y con poró pequeño después de la poda. Se recomienda un manejo de poró alto, podando los arboles de una manera para que de una sombra homogénea para los cafetos a través del año con una reducción de la radiación al 40-60%.

**Summary:** In december 1993, on-farm experiments were established on commercial coffee farms in the vicinity of Turrialba to study the effect of different levels of shading by *Erythrina poeppigiana* (0 - 80% shade) on *Coffea arabica* vars. Caturra and Catimor. The shade levels were established by differential pruning of the *Erythrina* trees. Up to 50% of shade did not reduce coffee production significantly. The reduction of radiation to < 30% depressed production by 30-40%. The fruits from shaded plots were bigger and healthier than those from sun-exposed plots. The vegetative condition of the coffee bushes under tall poró shade was consistently better than that of bushes in full sun or associated with small poró. The treatments with tall poró suppressed the growth of weeds. Hence it is recommended to manage poró in such a way as to obtain a homogenous shading pattern and to reduce the radiation load to about 40-60%.

**PALABRAS CLAVES:** sombra, shading, *Erythrina*, *Coffea arabica*, coffee yield, coffee quality

### **Introducción**

En la zona de Turrialba, la mayoría de los productores de café manejan sus plantaciones bajo poró gigante (*Erythrina poeppigiana*) lo cual se poda típicamente 2 o 3 veces por año. La información sobre los mejores niveles de sombra para café es muy limitada. Este estudio se desarrolló con el fin de cuantificar el sombreado e investigar el comportamiento de *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor bajo diferentes niveles de sombra de poró.

### **Materiales y métodos**

Los experimentos se establecieron entre 08/93 y 12/93 en 15 sitios en fincas cafetaleras en la zona de Turrialba. Los sitios fueron escogidos por homogeneidad de suelos, de relieve, de exposición, de la población de cafetos y por homogeneidad de poró. La edad de los cafetos varió entre 6 y 10 años, y la de los poró entre 10 y 20. En cada sitio se establecieron 4 tratamientos y en dos se estableció una parcela adicional con sombra artificial (Cuadro 1). Los lados de las parcelas cuadradas miden entre 15 y 20 m. Las parcelas de sombra artificial miden 8m x 18 m. Fertilizantes, herbicidas y fungicidas se aplicaron igual a todas las parcelas según las prácticas de las fincas.

---

**CUADRO 1. Los tratamientos de sombra**

- 1      Café "al sol" (sea: con porós sin ramas)
  - 2      Café con poró pequeño (poda completa 3 veces por año)
  - 3      Café con poró alto con poda selectiva cada 2 meses
  - 4      Café con poró alto a libre crecimiento
  - 5      Café con sombra artificial de sarán de 50% sombra
- 

Se evaluaron las siguientes variables de 25 plantas por parcela: sombra de poró (con "hemispherical densiometer" y "Sunfleck Ceptometer"), humedad relativa, temperatura del aire y del suelo superficial, dimensiones y foliación de los cafetos, producción y calidad de grano de café, y cobertura del suelo.

**Resultados y discusión**

En esta publicación se presentan datos preliminares sobre la producción de café y la calidad del grano en cuatro sitios, puesto que la cosecha 95/96 todavía no está concluida.

La calidad del grano mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Los frutos eran más grandes, más homogéneos y más sanos en las parcelas de sombra homogénea (tratamientos 3, 4 y 5). La incidencia de frutos quemados, momificados y chasparreados (infección por *Cercospora coffeicola*) bajó de un 15% al sol, a un 10% con poró pequeño, a < 1% bajo poró alto. Ajustando los valores de cosecha por estos porcentajes resultó en una reducción fuerte de la producción en las parcelas al sol y bajo poró pequeño (Cuadro 2, valores ajustados). Consecuentemente la producción de las parcelas sombreadas aumentó relativamente a la del sol, y los cafetos bajo poró alto podado (tratamiento 3) superaron los 95% de la producción al sol. El dosel de poró alto podado disminuyó la radiación para los cafetos aproximadamente al 50% de la radiación al sol. El tratamiento con poró alto a libre crecimiento disminuyó la radiación al 15-30% y la producción en un 30-40%. La producción de café de las dos variedades (Caturra y Catimor) cosechado en 94/95 fue, por orden (cuadro 2):

**sol >= poró alto podado > poró pequeño > poró alto.**

Comparado con sol, la reducción de cosecha bajo poró alto podado (tratamiento 3) fue menor que el 5% (cuadro 2, valores ajustados). Porós pequeños (tratamiento 2)

redujieron la producción más que la incidencia de *Cercospora*. Por lo tanto, este tratamiento se encontró en una posición intermedia. El tratamiento de sombra artificial (50% sombra) fue parecido al los de sol y sombra manejada, demostrando que el 50% de la radiación era suficiente para una producción alta de los cafetos bajo las condiciones experimentales. Sin embargo, es probable que efectos residuales de las condiciones pre-experimentales (sombra de poró alto por 2 años) pueden haber afectado la cosecha 94/95 más que la cosecha 95/96.

CUADRO 2. Promedios de producción de café en fruto para las cosechas de 94/95 y de 07-10/95 en "El Cafal", Cafetalera Lindo S.A., Turrialba, Costa Rica. Los tratamientos se presentan por orden de producción.

-----TRATAMIENTOS DE SOMBRA-----					
Parametro	1	3	2	5	4
<b>Cosecha 94/95</b>					
Caturra	64 <sup>s1</sup> (100 <sup>h1</sup> )	55 (85)	51 (80)	48 (75)	39 (61)
<i>ajustado</i> <sup>*)</sup>	56 <sup>s1</sup> (100 <sup>h1</sup> )	54 (96)	45 (81)	46 (82)	39 (69)
Catimor	77 (100)	65 (84)	64 (83)	--	59 (76)
<i>ajustado</i>	66 (100)	64 (98)	58 (88)	--	59 (89)
<b>Cosecha 7-11/95</b>					
Caturra	59 (100)	54 (90)	54 (90)	55 (93)	31 (52)
<i>ajustado</i>	53 (100)	53 (100)	48 (91)	54 (101)	31 (59)
Catimor	59 (100)	48 (82)	58 (99)	--	37 (62)
<i>ajustado</i>	50 (100)	48 (95)	52 (105)	--	37 (73)
<sup>s1</sup> fanegas (256 kg) calculado asumiendo 5000 cafetos por hectarea					
<sup>h1</sup> porciento con respecto al tratamiento al sol					
<sup>*)</sup> se restaron los porcentajes de café chasparreado o mumificado					

Para el período de cosecha de 07-11/95, los tratamientos tienen el mismo orden general que para la cosecha 94/95. La maduración era más rápida en las parcelas al sol y con niveles bajos de sombra. Por lo tanto, hasta noviembre 1995 (datos en cuadro 2), se cosechó aproximadamente el 80-90 % de la producción 95/96 en las parcelas al sol y con poró pequeño, y el 50-70% en las parcelas bajo poró alto. Por esto, la producción total de 95/96 bajo poró alto va a superar los valores del cuadro 2. Es probable que el tratamiento 3 va a superar todos los otros tratamientos al final de la cosecha.

Catimor produjo más que Caturra. Las diferencias en el rendimiento de beneficio no eran significativas entre las dos variedades. El tratamiento 4 (sombra de poró alto a libre crecimiento) disminuyó la producción menos en Catimor que en Caturra. El crecimiento de malezas fue fuerte solamente en las parcelas al sol y con poró pequeño después de la poda. En las parcelas bajo poró casi no hubo malezas.

## Conclusiones y Recomendaciones

Dado que el 50% de sombra homogénea (tratamientos 3 y 5) mejoró las condiciones vegetativas y productivas de los cafetos en comparación con los otros tratamientos, y que este sombreado ayudó a suprimir malezas, se recomienda un manejo de poró alto. La poda se puede realizar bimensual y por rama para lograr un sombreado homogéneo para los cafetos a través del año. Una reducción de la radiación al 40-60% de la radiación al sol parece óptima. Sin embargo, hacer la poda pre-floral más fuerte, siempre manteniendo un sombreado alto y homogéneo, podría estimular la floración y producción de los cafetos.

## EVALUACION FINANCIERA DE DOS APROVECHAMIENTOS FORESTALES DE LA CONCESION COMUNITARIA DE SAN MIGUEL, PETEN, GUATEMALA

Tania Ammour, Justine Kent, Reginaldo Reyes, Héctor Monroy

**Summary:** The community of San Miguel in the Peten, Guatemala recently completed two years of experience managing one of the first multiple use forest concessions in the Maya Biosphere Reserve. Although their concession includes non-timber as well as timber products, this study focuses on the evaluation of the financial profitability of selective timber harvests on two sites (40 and 180 ha). By lowering costs and increasing the value added, the returns to labor increased from Q.30 in the first year to Q.87 in the second. Two of the primary obstacles yet to be overcome include marketing constraints for lesser known commercial species and a lack of knowledge on the part of the community in managing the administrative aspects of their small enterprise.

### Introducción

La comunidad de San Miguel La Palotada, ubicada en la Zona de Uso Múltiple de la Reserva de la Biosfera Maya en Petén, Guatemala, practica la agricultura migratoria principalmente para satisfacer sus necesidades en granos básicos. Además, extrae algunos de los recursos del bosque para generar ingresos monetarios (xate, chicle) y no monetarios (fauna silvestre). El trabajo asalariado en otras áreas complementan los ingresos de las familias. San Miguel es una comunidad representativa de las zonas de frontera agrícola (Olafo/CATIE, 1992).

Con el objetivo de demostrar la compatibilidad que existe entre la conservación de los recursos naturales (en particular el bosque) y el desarrollo de las áreas donde están asentadas las poblaciones, desde 1989 el Proyecto Olafo está apoyando la comunidad de San Miguel. Uno de los logros fue que en 1994 dicha comunidad consiguió la primera concesión comunitaria en Guatemala. Con un área de 7,048 ha, incluye áreas de protección, áreas para uso agrícola y área para el manejo productivo forestal. Desde 1994, se realizaron dos aprovechamientos forestales definidos en el plan de manejo forestal previamente aprobado.

### Materiales y métodos

En el presente resumen se presentan los resultados financieros del seguimiento dinámico detallado de dos aprovechamientos maderables realizados en 1994 en 40 ha (cuartel Yarché) y en 1995 en 180 ha (cuartel Los Camarones). En el análisis de los resultados, no se toma en cuenta el destino de los fondos (aportes al fondo rotativo por ejemplo). Asimismo no se incluyen los costos en asistencia técnica ni de investigación asumidos por el Proyecto.

Las categorías de actividades del aprovechamiento tomadas en cuenta son: monte de cuarteles, delimitación del área de corte, censo comercial y eliminación de lianas, habilitación de pistas y caminos, tumba, troceo de los árboles, arrastre, carga de caminos, vigilancia, procesamiento, evaluación de sitio y comercialización de la madera.

Dentro de los costos fijos no en efectivo, la depreciación anual de los equipos fue calculada en forma lineal. La tasa de cambio oficial en Guatemala se mantuvo estable durante el periodo (Q5.75 por US\$).

### Resultados

El volumen extraído por hectárea fue mayor en 1994 (1.54 m<sup>3</sup>) que en 1995 (4.03). La producción de madera comercializada en cada aprovechamiento según tipo de especie y productos obtenidos está reportada en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Volúmen de madera comercializado, por especie y total, 1994 y 1995

Aprovechamientos	Volumen vendido (en m <sup>3</sup> ) <sup>*</sup>		
	Especies primarias <sup>**</sup>	Especies secundarias <sup>***</sup>	Total
1994	25.86	21.20	47.06
1995	45.82	11.53	57.35

\* Se utilizó un factor de conversión entre pie tablar y metros cúbicos de 424.

\*\* Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Cedro (*Cedrela odorata*).

\*\*\* Santa Maria (*Callophyllum brasiliense*), Malerio Colorado (*Aspidosperma megalocarpon*), Malerio Blanco (*Aspidosperma stegomeris*), Jobillo (*Astronium graveolens*), Manchiche (*Lonchocarpus castilloi*), Manax (*Pseudolmedia spuria*), y Amapola (*Pseudobombax ellipticum*).

El hecho de que el volúmen de las especies primarias sea mayor que las secundarias obedece fundamentalmente a la demanda existente en el mercado. Esto se refleja también en la estructura de precios según la forma del producto vendido: el precio de la madera en rollo por pie Doyle<sup>19</sup> fue de aproximadamente Q1,00 y Q.2,00 para las especies secundarias y primarias respectivamente; y el precio de cada pie tablar en flitch<sup>20</sup> de especies primarias fue de Q.3,60.

En cambio, al procesar la madera en tabloncillos y tablas con motosierra, el precio promedio por pie tablar fue de Q.5.80 y Q.2.65 para las especies primarias y secundarias respectivamente.

Los ingresos brutos obtenidos fueron de Q.50,361 en 1994 y de Q.125,611 en 1995. Estos fueron generados fundamentalmente (80 a 90%) por las especies primarias. Los costos totales (variables y fijos) alcanzaron Q.47,117 en 1994 y Q.76.337 en 1995. La mayor proporción de estos costos corresponde a costos variables (63 y 77% del total respectivamente en 1994 y 1995). En el cuadro siguiente, se detallan los costos unitarios por pie tablar:

Cuadro 2: Costos variables, fijos y totales por pt. según aprovechamiento

Aprovechamiento	Costos variables por pie tablar	Costos fijos por pie tablar	Costos totales por pie tablar
1994	1.47	0.86	2.33
1995	2.43	0.71	3.14

Pese a que en 1995 los precios fueron superiores a los de 1994, el costo unitario también fue más alto, debido fundamentalmente a una mayor intensidad en el uso de la mano de obra y de combustible, producto del proceso de transformación y del mayor área de trabajo del cuartel.

Asimismo, el segundo aprovechamiento no solamente generó mayor empleo que el primero (879 jornales versus 661 en 1994), sino que además la retribución a la mano de obra (estimada con base en el ingreso neto) fue mayor (Q.87 en 1995 versus Q.30 en 1994). Ambas retribuciones superaron el precio de mercado de la mano de obra en la zona (Q.25). Este último es en realidad más bajo debido a las pocas oportunidades de empleo en la zona.

La rentabilidad de la actividad medida con la relación Costos totales con respecto a Ingresos brutos fue de 6% en 1994 y de 39% en 1995.

<sup>19</sup>La medida pie Doyle es utilizada por los compradores de rollos en Guatemala. Representa entre 170 y 200 pie Doyle/m<sup>3</sup>.

<sup>20</sup>Un flitch es un tablón de madera donde las medidas cambian según la forma de la troza y permiten a los trabajadores trasladar la madera más fácilmente.

## Discusión-Conclusión

La diferencia en los resultados obtenidos entre uno y otro aprovechamiento se debe a varios factores:

- en 1995 el grupo procesó y comercializó sin intermediario, la madera. Esto le permitió

obtener precios más altos tanto para las especies primarias (por lo menos 60% mayores) como para las especies secundarias (200%).

- en 1994 se alquiló un tractor para el arrastre de la madera desaprovechando el recurso

principal disponible, la mano de obra; además, la escasez de capital de trabajo es una característica de las economías campesinas de la zona. Como resultado, se encareció el aprovechamiento de 1994. En cambio en 1995, a raíz del análisis de la experiencia del año anterior, el grupo optó por utilizar tracción animal y realizar las actividades de manera a aumentar el uso de la mano de obra disponible.

- en 1995, debido al apoyo del Gobierno para vigilar, en el área el contrabando de madera, los

beneficiarios no realizaron actividades de control del bosque.

Aún considerando que los costos totales por pie tablar aumentaron 35% en 1995 con respecto a 1994, los ingresos brutos por pie tablar lo hicieron en más de 200%. Ello demuestra la ventaja de la incorporación de un valor agregado a la materia prima; sin embargo, es importante subrayar que este resultado depende de que el equipo seleccionado para aumentar el valor agregado -en este caso, motosierra y no aserradero- corresponda a las capacidades técnicas de los beneficiarios, y de la disponibilidad de capital de inversión y de trabajo para adquirir y asegurar el mantenimiento del equipo de procesamiento.

La extracción ilegal -de especies primarias- a la cual ha sido sometido el bosque actualmente otorgado en Concesión, la poca experiencia forestal de los beneficiarios, y la estructura de un mercado selectivo que demanda especies primarias son las principales razones que explican los bajos rendimientos por hectárea que se obtuvieron en los dos aprovechamientos. Aún considerando las condiciones ecológicas sub-tropicales del bosque de Guatemala que son menos favorables que en los bosques tropicales de Costa Rica, los rendimientos obtenidos en Guatemala (1.54 a 4.03 m<sup>3</sup> por hectárea) son de lejos inferiores a aquellos registrados Costa Rica 10-19 m<sup>3</sup>/ha (Finegan et al. 1993).

Mientras que los beneficiarios utilizaron de 11 a 20% de su mano de obra disponible, se estima que el ingreso generado por la actividad forestal aumentó en un 30% en 1994 y en un 150% en 1995, el ingreso promedio anual de la unidad familiar.

La evaluación de los resultados obtenidos en 1994 y 1995 es positiva. Sin embargo, a largo plazo, se han identificado una serie de limitantes que podrían poner en peligro la sustentabilidad del manejo forestal de San Miguel:

- la demanda del mercado orientada hacia las especies primarias no coincide con los volúmenes

y tipo de especies existentes en el bosque de San Miguel. Siendo que la rentabilidad del manejo forestal depende, entre otros, del volumen que pueda generar el bosque en especies primarias cualquier pauta técnica que fomente el crecimiento de estas especies es deseable; paralelamente siendo que existe una mayor disponibilidad de especies secundarias, será imprescindible seguir buscando mercados; para ello será necesario seguir indagando acerca de formas y calidades de productos transformados para valorizar dichas especies.

Adicionalmente, los precios por pie tablar de las especies primarias son dos veces más elevados que para las especies secundarias mientras que los costos por pie tablar son similares.

- la capacidad de gestión del grupo de San Miguel es aún débil. En particular, la organización

del trabajo, el manejo de fondos para su distribución y capitalización, los aspectos de registros contables son algunos de los elementos que tendrán que ser fortalecidos para garantizar la sustentabilidad de la actividad a largo plazo, aun cuando el Proyecto haya retirado su apoyo directo.

Finalmente, se puede afirmar que los objetivos perseguidos con la implementación del manejo forestal dentro del marco de la Concesión Comunitaria se están cumpliendo: el componente forestal genera ingresos y empleos, fomentando la conservación del bosque. Las actividades a futuro de la comunidad, del proyecto y de las instituciones nacionales deben garantizar que todas las dimensiones (ecológica, productiva, económica y organizativa) converjan hacia la sustentabilidad a largo plazo dentro del marco de los sistemas de producción de las unidades familiares.

### **Literatura citada**

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. Pautas para un plan de desarrollo sostenible en un área de uso múltiple de la Reserva de la Biosfera Maya. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico 199. 63 pp.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1993. Plan de manejo forestal: Unidad de manejo San Miguel, San Andrés, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Documento de Trabajo 9. Proyecto para el Desarrollo Sostenible en América Central. 56 pp.

FINEGAN, B.; SABOGAL, C.; REICHE, C.; HUTCHINSON, I. 1993. Los bosques húmedos tropicales de América Central: su manejo sostenible es posible y rentable. Revista Forestal Centroamericana 6. p. 17-27.

## **DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD FINANCIERA Y COMPARATIVA DEL MANEJO DEL BOSQUE NATURAL CON RESPECTO A LA ACTIVIDAD GANADERA. CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL, COSTA RICA.**

Francisco Solano L.  
Juan Antonio Aguirre  
José Joaquín Campos  
Steve Gretzinger

**Resumen:** El trabajo realizado entrevista 12 fincas con producción forestal y ganadera en las zonas de la Cordillera Central en Costa Rica. La intensidad promedio de aprovechamiento de madera de bosque natural fue de 39%, en un área efectiva de manejo promedio de 50.4 ha y con un volumen promedio de extracción de 564.5 metros cúbicos por finca. El costo inicial promedio de las operaciones de extracción fue de 1871 colones (US\$ 12.10) por metro cúbico. La rentabilidad promedio sobre costo variable se calculó en 19.4% sobre la inversión forestal y de 4% para las inversiones ganaderas. La simulación de un modelo forestal basado en los datos de las 8 fincas ubicadas en Horuetas y Cubujuqui fue de 17.3%.

### **Introducción**

El manejo del bosque tropical y su explotación económica sostenible es uno de los retos que enfrentan los economistas y silvicultores en los años venideros. Por otra parte la muestra de la rentabilidad de esta clase de actividades vis-a-vis otras clases de actividades son centrales a la sobrevivencia de tales actividades en particular en relación con la producción ganadera.

*La hipótesis planteada para la realización del estudio fueron:*

La rentabilidad financiera de las operaciones iniciales de manejo del bosque natural, para la producción sostenida de madera es igual a la obtenida en las fincas ganaderas, durante el periodo 1993/1994.

*Los objetivos del estudio planteados fueron los siguientes:*

- a. Medir el desempeño de la finca que involucra al componente de manejo de bosque natural para la producción sostenible de madera en su estructura productiva.
- b. Determinar y comparar la rentabilidad financiera del manejo del bosque natural con respecto a la actividad ganadera.

Entre los trabajos que en el tema se han realizado en el país resaltan, el de Herrera (1990), en Sarapiquí donde se encontraron relaciones de beneficio costo para las intervenciones intermedias a los 17, 27, 35 y 55 de 0.96, 0.9, 1.06 y 7.1 (tala rasa de todas las especies) y de 4.11 para la corta selectiva de Guacimo (*Goethalsia meiantha*).

Londono (1993) en Baja Talamanca, Costa Rica observó que el margen bruto por jornal y hectárea eran de ₡ 3700 y ₡ 15900 respectivamente y donde esas mismas cifras eran de 1800 a 2100 y de 14900 a 16700 colones. Solís (1992) citado por Londono, en un aprovechamiento mejorado de 15.8 hectáreas con tractor de oruga obtuvo un margen bruto por hectárea de ₡ 4308.

Goncalves (1993) en Changuinola, Panamá encontró que el margen bruto por hectárea de bosque era de US\$ 53 dólares y el de la ganadería era de US\$150.

## **Materiales y métodos**

Las fincas encuestadas fueron todas las que en 1993/1994 habían hecho su primer aprovechamiento dentro del programa de FUNDECOR, que opera en el área de Conservación de la Cordillera volcánica Central, en el cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica.

De los catorce finqueros 12 facilitaron información y 2 la negaron. Los datos se levantaron a través de encuestas directas en las unidades de producción.

El análisis consto de tres fases: a) análisis detallado de las prácticas silviculturales con sus respectivos datos de producción y de inventario forestal, b) un análisis de los costos totales y de los ingresos, con el desarrollo de funciones de producción y costo, para la actividad forestal y la ganadera y c) un análisis de rentabilidad comparativo entre la actividad forestal y la ganadera.

## **Resultados**

En el caso de la actividad en términos forestales, se estableció que la intensidad promedio de aprovechamiento de madera de bosque natural fue de 39%, en un área efectiva de manejo promedio de 50.4 ha y con un volumen promedio de extracción de 564.5 metros cúbicos por finca.

El costo inicial promedio de las operaciones iniciales de manejo del bosque fue de 1871 colones (US\$12.10) por metro cubico, mientras, el ingreso promedio fue de 4983 colones (US\$32.15) por metro cubico de madera rolliza extraída. El margen bruto por hectárea resultante de la operación, ascendió a la suma de 3853 colones (US\$24.90) por metro cubico.

También, se estimo el nivel óptimo de extracción de madera rolliza de madera para la primera extracción para las fincas encuestadas en 525.8 m<sup>3</sup> por finca, con un costo mínimo de 1160 colones (US\$7.50) dólares por m<sup>3</sup>.

La rentabilidad promedio sobre costo variable se calculo en 19.4% sobre la inversión forestal y de 4% para las inversiones ganaderas. La relación B/C para la actividad forestal fue de 1.11 y la de la actividad ganadera de 0.82 en 20 años al 24%. lo cual indica una pérdida en 20 años para la actividad ganadera del 18%. La simulación de un modelo forestal basado en los datos de las 8 fincas ubicadas en Horuetas y Cubujuqui fue de 17.3%.

## **Conclusiones**

*Las principales conclusiones obtenidas fueron las siguientes:*

Las operaciones iniciales de manejo del bosque natural, para la producción sostenida de madera se pudo comprobar que es igualmente rentable a la obtenida en las fincas ganaderas para el periodo del estudio.

Los esfuerzos hechos para promover la explotación ganadera en deterioro de las actividades forestales no parece haber sido una decisión que se ha verificado como adecuada a la luz de los problemas de precios de esta actividad.

En aquellos casos donde la actividad ganadera es una realidad, parecería interesante desarrollar en las áreas donde así convenga en base a las características ecológicas, una explotación sostenible en base a bosques secundarios. Sobre este tema se recomienda un análisis específico.

**Bibliografía**

Goncalves F, M.S. 1993. Factibilidad económica de manejo de bosque en finca: un estudio de caso Changuinola, Panamá. Tesis de Ms. Sc. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 89 p.

Herrera, R.R.D. 1990. Evaluación financiera del manejo del bosque natural secundario en cinco sitios de Costa Rica. Tesis de Ms. Sc. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 109 p.

Londoni, M.D. 1993. Manejo sostenible de bosques naturales en una finca ganadera: un estudio de caso en San Rafael de Guatuso. Baja Talamanca. Costa Rica. Tesis de Ms. Sc. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 206 p.

## **AN ADOPTION SURVEY VERSUS A FINANCIAL ANALYSIS TO EVALUATE A SOIL CONSERVATION PROJECT IN THE RIO LAS CAÑAS WATERSHED, EI SALVADOR**

Steven D. Shultz and Douglas A. Melgar  
Watershed Management Area

**Summary:** To evaluate a farm level soil conservation project in the Rio Las Cañas Watershed, El Salvador, two independent studies were conducted: A financial analysis based on cost and benefit data from 9 farms, and, an adoption survey of 150 farms in the watershed. Preliminary analyses of these two studies indicate that: Both the adoption survey and the financial analysis provided unique and complimentary information necessary for evaluating this soil conservation project; The financial analysis could likely be improved by having farmers themselves over time collect farm level financial data; The adoption survey should be repeated over time; And finally, with respect to similar project evaluations in the future with limited time and/or funding resources, it is recommended that adoption surveys be given priority over financial analyses.

### **Introduction**

In Central America, many efforts are being made to transfer new and improved technologies including a variety of soil conservation and agroforestry methods, to small farmers. It is important to evaluate the impact and effectiveness of such efforts in order to justify their continuation or replication. Unfortunately, many technology transfer projects are not adequately evaluated due to a lack of funds and/or poorly designed evaluation methodologies.

The two most common methods of evaluating soil conservation and other technology transfer projects are adoption surveys and financial analyses, both at the farm level of analysis. Financial analyses involve detailed cost and benefit data associated with the adoption of specific technologies, usually from a small sample of farms, while adoption surveys quantify and/or explain adoption levels through surveys of large numbers of farms.

As farmers are likely to adopt and maintain only those agricultural practices which provide them with positive economic returns over time, financial analyses are a commonly chosen measure to evaluate soil conservation projects (Lutz, *et al.* 1994). However, adoption surveys may in fact be more useful in project evaluations as they not only quantify adoption and the diffusion of technology, but they can also help explain the influence of various bio-physical, social and institutional factors on adoption.

This research examines the relative strengths and weaknesses of both an adoption and a financial analysis in evaluating a soil conservation project that was implemented in El Salvador from 1992 to 1995. This CATIE-CEL project used an extension program to introduce soil conservation techniques directly to small farmers in order to reducing soil erosion and sedimentation of the Rio Lempa watershed, and to increase farmers agricultural yields and living standards.

### **Materials & Methods**

Farm level financial data was collected by CEL through farm surveys between 1992 and 1994 (3 farms in 1992, 6 farms in 1993, and 7 farms in 1994). Complete data (1992,1993, 1994) exists for only 2 farms, while data covering both the years 1993 and 1994 exists for 5 farms. Collected data includes the costs (labor and inputs), benefits (increased yields and incomes), and incentives (provided by CEL) associated with the adoption of specific soil conservation and cultivation practices. With such data, the following financial measures were estimated for both individual farms and collectively: net present values, internal rates of returns and cost benefit ratios. In addition the role of incentives in net present value estimates were also evaluated (Shultz, 1994).

From March to June of 1995, an extensive adoption survey was carried out in the Rio Las Cañas watershed by CATIE (Melgar, 1995). A total of 150 farms (72 project participants, and 72 non-participants, and 6 promoter-farmers) were surveyed in order to quantify rates of adoption and to determine the bio-physical, socio-economic, and institutional factors

that influenced adoption. Actual site locations of surveyed farms were also recorded in order to examine spatial influences on adoption.

This present analysis examines the relationships between the above financial and adoption studies of the Rio Las Cañas soil conservation project, in order to compare the relative strengths and weaknesses of the methodologies.

## **Results**

The collected financial data indicated that most farmers (over 75%) adopting soil conservation practices had positive financial returns. It was also noted that a large percentage of these farmers needed incentives (from CEL) in the early years of the project in order obtain positive financial returns. However, the limited time frame of the study and the small number of farms from which financial data was collected, is considered to be adequate for a representative and complete financial analysis. To improve such data limitations would involve substantial time and resource investments.

The adoption survey indicates that rates of adoption among project participants are quite high and that such rates are a direct result of the projects' extension based activities. Similarly, important information was obtained regarding the factors influencing adoption. A large percentage of farmers were found to adopt of soil conservation measures in order to reduce erosion and the improve the quality of their soils, while approximately half of the farmers adopted practices as a direct result of the various incentives offered by the project. Almost half of non-participant farmers stated that the primary reason for not adopting practices was a lack of visits from extensionists. Unfortunately, as this survey was conducted only 6 months after the completion of the project, little information is provide with regards to rates of technology diffusion.

## **Discussion-Conclusion**

Both the financial and adoption studies were useful in evaluating the Rio Las Cañas Soil Conservation Project: Financial analyses indicted that most farmer adoption practices could obtain positive economic returns when provided incentives during the first year of the project. The adoption survey quantified rates of adoption among both project participants and non-participants, and in addition helped explain why particular practices were adopted. For these reasons, both types of studies were considered to be useful and complimentary. Therefore, it is recommended that when possible both financial analyses and adoption surveys be conducted in order to fully evaluate the effectiveness of soil conservation projects.

However, both the financial and adoption studies were to a degree problematic: The collected financial data was not considered to be a representative sample of the population of farmers in the project study area, and it was not considered to cover an adequate time frame. The adoption study while sound in it's methodology and sample size, was also not considered to cover an adequate time period in order to fully evaluate the Soil Conservation project.

Other similar financial analyses could benefit from: Collecting baseline financial data before the implementation of the project; And, having farmers themselves record and collect farm level financial data themselves rather than relying on external surveyors to collect the data. This would require additional initial resources to train farmers in record keeping activities, but would result in much larger samples of farm level financial data over time. It would also enable farmers to more effectively understand and manage their own production decisions.

Other similar adoption surveys could be improved on by collecting data at regular intervals after the projects completion. With the Rio Las Canas project, rates of adoption can be further quantified through brief annual surveys of original project participants, while rates of diffusion can be estimated from annual surveys of original non-participants and/or new participants.

In cases of limited funding and/or time constraints, it is recommended that detailed adoption studies rather than financial studies be conducted in order to evaluate the impacts of soil conservation and other technology transfer projects.

**Literature cited:**

Lutz et al., 1994. The costs & benefits of soil conservation: The farmers viewpoint. The World Bank Research Observer, 9(2). pp273-295.

Melgar, D. 1995. Adopción de prácticas de conservación de suelos transferidas en el proyecto "Rehabilitación de la subcuenca del Río Las Cañas. El Salvador. Tesis de Msc. CATIE, Turrialba, Costa Rica

Shultz. 1994. Análisis financiero de parcelas demostrativas, Proyecto CEL-CATIE: Rehabilitación de la subcuenca de Río Las Cañas. Informe Interno. CATIE-CUENCAS, Turrialba.

## **UN ESTUDIO DE ADOPCION VERSUS UN ANALISIS FINANCIERO PARA EVALUAR UN PROYECTO DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO LAS CAÑAS, EL SALVADOR.**

Steven D. Shultz y Douglas A. Melgar  
Area de Manejo de Cuencas Hidrográficas

**Resumen:** Para evaluar un proyecto de conservación de suelos en la cuenca del río Las Cañas, El Salvador se condujeron dos estudios independientes a nivel de finca: Un análisis financiero basado en datos de costos y beneficios de 9 fincas y un estudio de adopción de 150 fincas en la cuenca. Los análisis preliminares de estos dos estudios indican que tanto el estudio de adopción como el análisis financiero proveen información complementaria y necesaria para evaluar este proyecto de conservación de suelos.

El análisis financiero podría ser mejorado teniendo a los agricultores como colectores de datos financieros a nivel de sus fincas, mientras el estudio de adopción podría ser repetido sobre el tiempo.

Finalmente, con respecto a evaluaciones de proyectos similares en el futuro en donde el tiempo y los recursos económicos son limitados, es recomendado que los estudios de adopción se den antes que los análisis financieros.

### **Introducción**

En Centro América, muchos esfuerzos se han hecho para transferir tecnología nueva y mejorada, incluyendo una variedad de métodos de conservación de suelos y agroforestería para los pequeños agricultores. Es de mucha importancia evaluar el impacto y la efectividad de tales esfuerzos para justificar su continuación o replicación. Desafortunadamente, muchos proyectos de transferencia de tecnología no han sido evaluados adecuadamente debido a los fondos limitados o a las inadecuadas metodologías de evaluación.

Los dos métodos más comunes de evaluar los proyectos de transferencia de tecnología y de conservación de suelos son los estudios de adopción y los análisis financiero, ambos a nivel de finca. El análisis financiero incluye datos detallados de costos y beneficios asociados con la adopción de tecnologías específicas, usualmente de una pequeña muestra de fincas, mientras que los estudios de adopción cuantifican y/o explican los niveles de adopción a través del estudio de un gran número de fincas.

Como los agricultores probablemente adoptan y mantienen sólo las prácticas agrícolas que les proveen retornos económicos positivos sobre el tiempo, los análisis financiero son los comunmente escogidos para medir y evaluar los proyectos de conservación de suelos (Lutz, et al. 1994). Sin embargo, los estudios de adopción pueden en realidad ser más útiles en la evaluación de proyectos debido a que cuantifican la adopción y la difusión de tecnología y explican cómo y porqué factores biofísicos, sociales e institucionales influyen la adopción.

Esta investigación examina lo relativo a las fortalezas y debilidades tanto del análisis de adopción como del análisis financiero usados para evaluar un proyecto de conservación de suelos, implementado en El Salvador desde 1992 a 1995. Este proyecto ejecutado entre CATIE Y CEL tuvo dos objetivos: Reducir la erosión y la sedimentación en el embalse Cerrón Grande e incrementar la producción agrícola y el standar de vida de los pequeños productores de laderas a través de un programa de extensión que introdujo directamente a los agricultores una variedad de tecnología mejorada sobre conservación de suelos.

### **Métodos y materiales**

Los datos financieros de las fincas fueron colectados por empleados de CEL entre 1992 y 1994 (3 fincas en 1992, 6 fincas en 1993 y 7 fincas en 1994). Datos completos (1992, 1993, 1994) existen sólo para 2 fincas, mientras que para 1993 y 1994 existen datos para 5 fincas. Los datos colectados incluyen los costos (trabajo e insumos), beneficios (incremento de

producción e ingresos), e incentivos (provistos por CEL) asociados con la adopción de prácticas específicas de conservación de suelos y de cultivos. Con los datos disponibles se realizó el siguiente análisis financiero, tanto para fincas individuales como para el total: Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y la relación Beneficio-Costo. Adicionalmente se estimó el rol de los incentivos dentro del Valor Presente Neto (Shultz, 1994).

De marzo a junio de 1995, se realizó un estudio intensivo sobre adopción en la cuenca del Río Las Cañas por CATIE (Melgar, 1995). Un total de 152 fincas (72 participantes del proyecto, 73 no participantes y 7 agricultores-promotores) fueron encuestados para cuantificar tasas de adopción y determinar los factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales que influenciaron la adopción. La ubicación actual de las fincas también se registro para examinar la influencia espacial sobre la adopción.

El presente análisis examina la relación entre los análisis financiero y el estudio de adopción para comparar las fortalezas y debilidades de las metodologías.

## Resultados

Los datos financieros colectados indicaron que la mayoría de los agricultores (más del 75 %), adoptando prácticas de conservación de suelos tuvieron retornos financieros positivos. Se notó también que un buen porcentaje de estos agricultores necesitaron incentivos (de CEL) en los primeros años del proyecto para obtener retornos financieros positivos. Sin embargo, el limitado número de fincas de las cuales se colectó la información financiera no es vista adecuada en cantidad y por lo tanto no representativa del total de la población de agricultores en el área, y por el limitado período de análisis. Para mejorar tales dificultades se necesita una sustancial inversión en tiempo y recursos.

El estudio de adopción indica que las tasas de adopción entre los participantes del proyecto son altas, las cuales son un resultado directo de las actividades de extensión del proyecto. También se obtuvo importante información concerniente a los factores que influyen la adopción. Un gran porcentaje de agricultores adoptaron medidas de conservación de suelos para reducir la erosión y mejorar la calidad de su suelo, mientras aproximadamente la mitad de los agricultores adoptaron las prácticas como resultado directo de varios incentivos ofrecidos por el proyecto. Casi la mitad de los agricultores no participantes del proyecto manifestaron que la razón de no participar y adoptar las prácticas fue la falta de visitas de los extensionistas. Desafortunadamente, como este estudio se realizó solo 6 meses después de terminado el proyecto, poca información es provista con relación a tasas de difusión de tecnología.

## Discusión-Conclusión

Tanto el estudio financiero como el estudio de adopción fueron útiles en la evaluación del proyecto de conservación de suelos en la cuenca del río Las Cañas. El análisis financiero indicó que la mayoría de agricultores con adopción de prácticas podrían obtener retornos económicos positivos, especialmente ayudados por incentivos durante el primer año del proyecto. El estudio de adopción permitió cuantificar la tasa de adopción entre los participantes del proyecto y en adición determinar prácticas específicas que fueron adoptadas y porqué las adoptaron. En este sentido, ambos estudios pueden ser considerados complementarios, y por lo tanto es recomendable, en lo posible, realizar ambos estudios para una completa evaluación de la efectividad de los proyectos de conservación de suelos.

Sin embargo, ambos estudios tuvieron cierto grado de limitantes: Los datos financieros recolectados no se consideran de una muestra representativa de la población de agricultores dentro del proyecto y también no se consideró cubrir un término adecuado de tiempo. El estudio de adopción, a pesar de su buena metodología y adecuada muestra, no consideró un período de tiempo adecuado para cubrir una evaluación total del proyecto de conservación de suelos.

Otros análisis financieros podrían beneficiar de: colectando una cantidad intensiva de datos financieros antes de la implementación del proyecto y teniendo a los propios agricultores como los encargados de registrar los datos a nivel de finca en lugar de delegar esta tarea a foráneos; esto requerirá recursos iniciales adicionales para entrenar a los agricultores en registros de las actividades, pero resultaría en una muestra más grande de fincas con datos financieros a nivel de finca y también capacitaría más efectivamente a los agricultores para comprender y manejar sus propias decisiones de producción.

Estudios de adopción similares podrían mejorarse colectando datos sobre tiempos regulares en el futuro. En el caso de la cuenca del río Las Cañas, cambios en las tasas de adopción pueden ser cuantificadas relativamente fácil a través de estudios sencillos anuales sobre los participantes originales del proyecto, mientras que tasas de difusión tecnológica pueden ser estimada a través de estudios anuales sobre agricultores no participantes y nuevos participantes.

En el caso de fondos limitados y/o limitaciones de tiempo, es recomendado que estudios detallados de adopción más que estudios financieros se realicen para evaluar los impactos de proyectos de conservación de suelos y otros proyectos de transferencia de tecnología.

### **Literatura citada**

Lutz *et al.* 1994. The Cost & benefits of soil conservation: The farmers viewpoint. The World Bank Research Observer, 9(2), pp 273-295.

Melgar, D. 1995. Adopción de prácticas de conservación de suelos transferidas en el proyecto "Rehabilitación de la subcuenca del río Las Cañas, El Salvador". Tesis de M. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Shultz, S. 1994. Análisis financiero de parcelas demostrativas, proyecto CEL-CATIE: Rehabilitación de la subcuenca del río Las Cañas. Informe Interno, CATIE-CUENCAS, Turrialba, Costa Rica.

# SECCION II

## POSTER

## ESTUDIO DE LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION ESTOMATICA EN MUSACEAS DE DIFERENTE PLOIDIA

Francisco Jiménez  
Nelly Vasquez

**Summary:** Stomatal density and distribution in both sides of cigar leaves and also in the first and fourth leaves of three different ploidy (2n, 3n, 4n) musacea cultivars were studied. Stomatal density was higher in the 2n cultivar and very much alike in the 3n and 4n cultivars. In general, few differences on stomatal density regarding the leaf number (age) were found. The distribution study showed that in all cultivars, stomates density was higher at the leaf's medium section and near to the central venation, and lower close to its edge. Besides the above, stomatal density was also lower at the leaf's proximal section, in relation to its insertion into the pseudostem, and higher at its distal and central parts.

### Introducción

Los estomas constituyen el mecanismo biológico más importante de las plantas para la regulación de los intercambios de masa (agua) y gaseoso ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ), jugando así un papel preponderante en la transpiración y fotosíntesis. Por otra parte, en las musáceas atacadas por la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), los estomas parecen ser la única vía de penetración de los tubos germinativos del hongo en el tejido hospedante. Esto significaría que en los cultivares con menor densidad estomática existe menor probabilidad de que las esporas germinadas puedan alcanzar un sitio de penetración.

Mediciones de la resistencia estomática en cultivares de banano y plátano indican que el cigarro y la primera hoja más joven desenvuelta presentan mayor resistencia que hojas subsiguientes (Jiménez, datos no publicados). Esto podría sugerir variaciones en la distribución o densidad de estomas entre hojas, o un comportamiento fisiológico diferente.

El estudio de la densidad y distribución de los estomas en la lámina foliar de las musáceas es de gran importancia en el desarrollo de modelos fisiológicos; como información práctica para decidir los sitios de medición de variables como la resistencia estomática, la transpiración, la temperatura foliar y la fotosíntesis; como un elemento de análisis de las relaciones hospedante-patógeno. El objetivo de esta investigación fue estudiar la densidad y distribución estomática en musáceas de diferente ploidía.

### Materiales y métodos

Se muestrearon la hoja cigarro, primera hoja más joven y la cuarta hoja de plantas del diploide Embrapa 205 (AA), el triploide Gran Enano (AAA) y el tetraploide Embrapa 401 (AAAA), plantados en la Finca Experimental La Lola en Matina Costa Rica. Se tomaron muestras de la superficie abaxial y adaxial del limbo derecho de cada hoja; en este limbo se muestreó la sección cerca del borde, la sección media y la sección cerca de la nervadura central de la parte proximal, central y distal de la hoja, con respecto a la inserción en el pseudotallo.

Cada hoja fue cortada e inmediatamente se aplicó esmalte transparente sobre la epidermis de cada uno de los sitios de muestreo. Los trozos de hoja fueron llevados a laboratorio y observados al microscopio a un aumento de 20x. El conteo de estomas se realizó sobre 10 campos ópticos de cada muestra.

## Resultados

Cuadro 1. Densidad estomática promedio (N° estomas/mm<sup>2</sup>) en ambas superficies de la lámina foliar de musáceas de diferente ploidía

Ploidía	Sup. adaxial	Sup. abaxial	Rel. adaxial:abaxial
2n (AA)	70a*(35)**	268a (65)	1:4,91
3n (AAA)	27b (15)	124b (26)	1:5,98
4n (AAAA)	32b (14)	134b (26)	1:5,34

Cuadro 2. Densidad estomática promedio (N° estomas/mm<sup>2</sup>) en ambas superficies de la lámina foliar musáceas, de acuerdo al número (edad) de la hoja y la ploidía

Número de la hoja	2n		3n		4n	
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial
Cigarro	50 b (25)	258a (48)	35 a (18)	143a (24)	28a (16)	134a (27)
Hoja 1	69 ab(28)	276a (49)	27 ab(22)	119b (22)	34a (13)	132a (29)
Hoja 4	91 a (38)	270a (88)	18 b (08)	109b (20)	35a (11)	138a (30)

Cuadro 3. Densidad estomática promedio (N° estomas/mm<sup>2</sup>) en ambas superficies de la lámina foliar de musáceas, de acuerdo a la sección de la hoja y la ploidía

Sección de la hoja	2n		3n		4n	
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial
Cerca del borde	46 b (24)	216b (23)	15b (06)	102b (16)	20b (10)	116b (18)
Parte media	76 ab(32)	301a (55)	31a (13)	139a (27)	37a (11)	153a (23)
Cerca nerv. central	88 a (34)	286a (72)	33a (17)	130a (18)	41a (10)	136ab(22)

Cuadro 4. Densidad estomática promedio (N° estomas/mm<sup>2</sup>) en ambas superficies de la lámina foliar de musáceas, de acuerdo a la ubicación con respecto a la inserción de la hoja en el pseudotallo y a la ploidía

Ubicación	2n		3n		4n	
	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial	adaxial	abaxial
Proximal	42b (16)	224b (35)	20a (09)	117a (26)	21b (08)	115b (13)
Central	73a (28)	267ab(39)	32a (17)	122a (29)	38a (14)	147a (30)
Distal	95a (36)	313a (78)	28a (15)	132a (21)	39a (10)	144a (17)

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente (Duncan  $\alpha = 0.05$ )

\*\*El número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar

## Discusión-Conclusión

Los resultados encontrados muestran que la densidad estomática es mayor en el cultivar 2n y muy similar en los cultivares 3n y 4n. Estos resultados difieren en parte de los encontrados por Borges (1) quien obtuvo una relación inversa entre ploidía y número de estomas por unidad de área. Son necesarios estudios citológicos para determinar con exactitud el número de cromosomas.

Se encontraron pocas diferencias en la densidad estomática de acuerdo al número (edad) de la hoja, lo que hace suponer que la mayor resistencia estomática reportada en la hoja cigarro y la primera hoja se debe a causas fisiológicas.

Las diferencias en la distribución y densidad de los estomas en la lámina foliar ponen en evidencia la importancia de su consideración en el momento de efectuar mediciones puntuales de transpiración, temperatura de la hoja, fotosíntesis, resistencia estomática, etc.

Los resultados demuestran que no existe relación entre la densidad estomática y la resistencia a la Sigatoka, ya que el cultivar Embrapa 201, considerado como resistente, presenta la densidad estomática más alta en todas las secciones de hoja muestreadas y mientras que el cultivar susceptible Gran Enano presenta la densidad más baja.

De acuerdo con investigaciones previas, existen otros factores como la presencia de fenoles, la presencia y configuración de la cera epicuticular, la naturaleza química de las barreras estructurales, las características de las células oclusivas así como la topografía de la superficie de la hoja que determinan la resistencia de los cultivares (Misanghi, 1982). Al respecto, se ha logrado determinar que los cultivares de banano presentan diferentes patrones de deposición de cera epicuticular (Vásquez *et al*), así como deposición de fenoles en respuesta a la presencia del extracto crudo de *Mycosphaerella fijiensis* (Hernández, 1995). No obstante, hacen falta estudio que determinen el tipo de fenol que se forma así como el tiempo de formación de dichos fenoles como una respuesta a la presencia del patógeno. Los estudios realizados por Hernández permitieron observar deposición de fenoles en células oclusivas o en células epidérmicas vecinas. También pudo comprobarse que la deposición de sustancias fenólicas se da en mayor grado en los cultivares más susceptibles ya que el ancho de la lesión en esta fase mayor. Sin embargo, no se pudo determinar si los cultivares resistentes reaccionaron más rápidamente que los otros. Por otro lado, no se observaron diferencias anatómicas entre los cultivares estudiados.

Parece entonces que la densidad estomática o el grado de apertura estomática no son factores que determinan resistencia en los cultivares de *Musa*.

## Literatura citada

Borges O.L. 1971. Tamaño y densidad de estomas en clones cultivados y especies silvestres de *Musa*. *Agronomía Tropical* 21: 139-143.

## NATURE OF COFFEE RESISTANCE TO TWO COSTA - RICAN *Meloidogyne* s p POPULATIONS

Bertrand B., Vásquez N., Decazy B.

### Introduction

Creation of coffee varieties resistant to root-knot nematodes started little time ago in Central America, through a project financed by European Union. Usually, resistance phenomenon are more likely studied through the point of view of their influence on nematode populations. The histological study here presented allows to link macroscopic symptoms (number and size of galls) observed during the screening of several *C. arabica* and *C. canephora* introductions, with microscopic characteristics that tell about the nature of the encountered coffee resistance towards *Meloidogyne arabicida* and *Meloidogyne exigua*.

### Materials and methods

#### *Nematodes under study*

Population # 1 comes from Costa Rica. Possibly, it would be a new species described by Lopez and Salazar (1991) under the name of *Meloidogyne arabicida* sp n. The population we used comes from "Hacienda Juan Viñas" in Jiménez county (altitude: 1000 m).

Population # 2 comes from CICAFFE farm in Heredia (altitude 1100 m) and is identified as *Meloidogyne exigua*

Although those two populations belong to apparently different species, they induce a same genotypic reaction (see presentation of Bertrand *et al*, at this conference).

#### *Plant material*

During different resistance trials, we tested several types of plant material towards populations 1 and 2. *C. arabica* is represented by control varieties (Caturra, Catuai), by Ethiopian cultivars from ORSTOM and FAO field collections and by several Catimor lines. *C. canephora* is represented by five accessions coming from Congo.

Control varieties and Catimors were analyzed in the field (6 years old adult plants) and at the nursery (8 months old plants). The other ones were studied at a young stage (between 8 and 18 months) and came from the field or the nursery.

#### *Macroscopic observations*

We adopted a classical qualitative scale called Gall Index (GI) and adapted from Arango *et al* (1982) as follow:

- GI 0: no gall
- GI 1: 1 or 2 very small galls
- GI 2: 3 to very small to small galls
- GI 3: 11 to 30 small and medium galls
- GI 4: 31 to 100 small, medium and large galls
- GI 5: more than 100 small, medium and large galls .

Very small galls are barely visible bumps on thin roots. The difference of diameter between a healthy and an affected cylinder vary between 0.2 and 0.5 mm (measured with a caliper).

Small galls are galls which relative diameter can reach 0.5 to 3 mm

Medium galls are galls which relative diameter vary between 3 and 5 mm Large galls are galls which relative diameter is superior to 5 mm

This scale has been verified by Rafinon (1994) and is highly correlated with the number of nematodes (eggs and larvae) for those types of nematodes.

### *Microscopic observations*

For each GI used in the macroscopic observations we sampled representative roots. In every case, they are young white roots without any apparent necrosis. The sections were made at the spot of the gall. In case of no visible gall (it is the case for resistant varieties), the sections were made randomly. For each section we studied: the presence of nematodes, the presence of well developed or mishaped giant cells, the presence of egg masses.

### *Histological techniques*

The samples were fixed in FAA (Formaldehyde, alcohol, acetic acid and distilled water) for 48 hours. They were then dehydrated in a series of ethanol (70%, 80%, 90%, 95%, 100%, 100%), one hour in each bath, embedded in Historesin™ at 4°C overnight, and then molded. Sections 3 µm thick were cut and stained with a quadruple stain (CIRAD, 1989).

Fresh samples were also stained in acidic fushin-lactophenol in order to evaluate internal of external presence of egg masses.

## **Results**

### *Observed symptoms in susceptible plants*

We did not find any susceptible plant in *C. canephora* All the susceptible plants described all come from *C. arabica* (Catimors, Ethiopians and control varieties). Staining of fresh and sectionned material shows that we are in presence of two species which sare the characteristic of burying most of their egg masses inside the roots. This is different from the symptoms observed by Anzueto (1993) or Peña (1994) with Guatemalan populations (*M. sp*) and Salvadorian populations (*M. incognita*) in which egg masses are mostly external.

Within susceptible plants (GI 3 to 5), the histological patterns are identical, being with *M. arabicida* or with *M. exigua*. The sectionned galls reveal several females deeply buried in the root tissues at the vascular bundle level. These females are connected to large to very large egg masses. The giant syncitial cells are well formed and very abundant. It is possible to observe a dense cellular content and the presence of several nuclei. The cortex is devoid of nematodes and is constituted of living cells (Figs. 1, 2, 3).

### *Observed symptoms in very resistant plants (GI 0).*

The very resistant plants are found within *C. canephora* and principally within Catimor varieties. It is most likely that the Catimors resistance genes come from *C. canephora*. However, we observed one Ethiopian plant classified as resistant (T4900 - E531).

As there is no gall, we decided to observe certain points where the root is naturally (or not) thicker. In some cases, nematodes fragments are observed only at the periphery of the root (Fig. 4), but in most of the cases, no nematode is observed (Fig. 5). No difference is noted between resistant Canephoras, Catimors or the E531 accession.

*Observed symptoms in resistant plants (GI 1 or 2).* As above, those plants are found within *C. canephora* and Catimor varieties. On the chosen scale, the GI is 1 or 2. Small galls were sampled and sectionned.

Case 1: In some plants it is possible to observe a normal development of the female. The difference with the susceptible controls is that the average number of female per gall is down to 1 or two. The egg masses are often reduced. For those trees, there would be a simple reduction of the female proliferation. This phenomenon is observed in *C. canephora* as well as in *C. arabica* (Catimor varieties) (Fig. 6).

Case 2: In a few plants, one can observe a small number of syncytial cells (sometimes, just one is left). However, the female seems to develop. Nevertheless, we did not see any egg mass (Figs. 7, 8).

Case 3: Contrarily to case 2, the symptoms are localised in the periderm cells. One can see that the cellular enlargement process was stopped since those cells are empty, without any cellular content. Remains of nematodes can be observed (Fig. 9).

## Conclusion

The qualitative scale used to classify the plants according to the gall number index (GI) matches with characteristic microscopic symptoms.

For a GI from 3 to 5, we confirm that the plants are equally susceptible. The differences in the gall numbers are to be connected with the variations unavoidable when an artificial inoculation method is used and with the differences of growth of the root systems.

For a GI =0, two resistance phenomena are possible:

A post-infection resistance mechanism; in this case, a penetration is observed since fragments of nematodes were detected, but they don't penetrate deeply. Since the nematode cannot reach its nutritional site, it cannot complete its normal development cycle.

An hypersensitivity mechanism; in some cases, a necrose is observed in the periderm, that could be explained by a tentative penetration of the nematode. More accurate studies must be undertaken in order to define this mechanism.

For a GI of 1 and 2, several phenomena coexist:

A normal development of the nematode, but with a reduction in the number of the females formed. It would be a case of partial resistance.

An abnormal nematode development due to the presence of misshaped giant cells.

An interrupted development of the nematode due to the failure in the formation of giant cells.

## Litterature

ANZUETO, F. 1993. Etude de la résistance du caféier (*Coffea sp*) a *Meloidogyne sp* et *Pratylenchus sp*. These de Doctorat, Ecole Nationale supérieure agronomique de Rennes, 123

ARANGO, L.G.B.; BAEZA, C.A.A. & LEGUIZAMON, J.E.C. 1982. Pruebas de resistencia a especies de *Meloidogyne* en plántulas de *Coffea spp*. ASIC San Salvador. 10:563-568

BERTRAND *et al.* (1995) - ASIC 1995.

FLORES, L.; LOPEZ, R. 1989. Caracterización morfológica del nematodo nodulador del caféto *Meloidogyne exigua* (nematodo:Heteroderidae). I - Hembras y huevos, II - machos, III - Segundos estados juveniles. Turrialba (C.R.). 39(3):352 -376.

LOPEZ, R & SALAZAR, L. 1989. *Meloidogyne arabicida* sp. (Nematodo:Heteroderidae) nativo de Costa Rica: un nuevo y severo patógeno del caféto. Turrialba (C.R.). 39(3):313 -323.

PENA, X.M. 1994 Evaluación fenotípica y genotípica para la resistencia al nematodo *Meloidogyne incognita* en híbridos de *Coffea canephora* CATIE. 78 p. Tesis. M.Sc. Turrialba, Costa Rica,

RAFINON, A. 1994. Etude au champ de la resistance de *Coffea arabica* au nematode a galles *Meloidogyne* sp. Memoire de fin d'études. 50 p.

## CLASIFICACION DE LA DIVERSIDAD GENETICA DE CHILE (*Capsicum spp.*) EN LA COLECCION DEL CATIE

P.Ferreira, J.Morera, J.Pérez.

**Summary:** A classification of the *Capsicum spp.* germplasm collection of CATIE by cluster analysis is presented. Data corresponding to 1070 accessions, including information about 21 qualitative and 5 quantitative characters are analyzed. The structure of the clusters is discussed and related to the origin and corresponding species of the materials.

**Resumen:** Se presenta una clasificación de la colección de germoplasma de *Capsicum spp.* del CATIE. Se utilizaron para ello datos de 21 caracteres cualitativos y 5 cuantitativos correspondientes a 1070 accesiones. Los grupos formados son analizados en términos de su estructura y relacionados al origen y a la correspondiente especie a la cual pertenecen los materiales.

### Introducción

El chile (*Capsicum spp.*) representa una hortaliza de gran importancia económica para varios países del trópico americano y es la primera especie que los españoles encontraron al llegar a América, en particular en las regiones agrícolas más avanzadas, i.e. México y Perú. Cinco especies de *Capsicum spp.* son cultivadas: *C. chinense*, *C. annum*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. baccatum*, estando todas ellas representadas en la colección del CATIE, las primeras tres con frecuencias mucho mayores que las restantes. Pueden encontrarse poblaciones silvestres de chile desde Estados Unidos hasta Argentina.

En este trabajo se analizan datos de caracteres cualitativos y cuantitativos de la colección de germoplasma de chile del CATIE. Otros trabajos similares utilizando datos de caracterización y/o datos de marcadores moleculares aparecen en diversas publicaciones (1,2,3). La multiplicación y caracterización del material se logró en base a un convenio entre el IPGRI y el CATIE, el cual aportó las informaciones que permitieron realizar este estudio.

### Materiales y métodos.

Datos de 21 caracteres cualitativos y 5 caracteres cuantitativos tomados de la caracterización de 1070 introducciones de chile del banco de germoplasma del CATIE fueron sometidos a un análisis de conglomerados para identificar grupos de introducciones de características semejantes.

Para ello se utilizó la distancia de Minkowski, con  $p=1$ , que corresponde a la suma de los valores absolutos de las diferencias entre los valores de los caracteres. Previo a este cálculo, se estandarizaron las variables dividiendo cada valor por el recorrido (máximo menos mínimo en los 1070 datos) de cada variable. El método de clasificación utilizado fue el de Ward, realizado a través del procedimiento Cluster del sistema estadístico SAS. Los grupos formados son analizados y descritos de acuerdo a las características de los materiales que los componen.

La búsqueda de variables o indicadores responsables por la separación en grupos se realizó mediante la aplicación de un análisis discriminante canónico, para lo cual se utilizó el procedimiento Candisc del sistema SAS. También se verificó la influencia de variables cualitativas y cuantitativas en la separación de grupos mediante el cálculo de pruebas chi-cuadrado y F, respectivamente.

Se analizaron posibles relaciones de dependencia entre los grupos formados y los lugares de origen de los materiales y entre grupos y especies. Para ello se realizaron pruebas chi-cuadrado y cálculos de medidas de dependencia para tablas de contingencia.

## Resultados

En la colección predominan materiales de hábito de crecimiento compacto, pubescencia de hoja y tallo rala, con tallos de color verde, corolas blancas o blancas verdosas, sin manchas, anteras azules, filamentos blancos, semillas color paja, posición erecta de flores en la antesis y forma de fruto elongada con extremo punteado.

El análisis de conglomerados indica que el número de grupos óptimo es ocho (pseudot<sup>2</sup>). El primer grupo, con 147 materiales, se diferencia de los demás por tener posición de frutos erecta, Alta persistencia de fruto, anteras de color púrpura, posición erecta de flores en la antesis y filamentos de color azulado. El segundo, con 68 materiales, al igual que el anterior tiene posición de fruto erecta, cuello presente en la base del fruto, persistencia de fruto 'caduco' y posición erecta de flores en la antesis. El tercer grupo, con 175 materiales, y el cuarto, con 112, también tienen persistencia de fruto 'caduco' y posición erecta de flores en la antesis. El cuarto grupo, único completamente homogéneo en sus caracteres cualitativos, también está caracterizado por tener frutos cónicos y hábito de crecimiento erecto. El quinto grupo, con 192 materiales, tiene frutos cónicos, de persistencia 'caduca' y coincide con el sexto, compuesto de 77 materiales, en tener posición de flores en la antesis predominantemente pendular. El sexto grupo presenta alta persistencia de fruto, característica en la cual coincide con el séptimo y octavo, compuestos de 73 y 226 materiales, respectivamente. El séptimo grupo se distingue por tener hábito de crecimiento erecto, pungencia de fruto intermedia, posición de fruto erecta y presentar el estigma incluido dentro o al mismo nivel de las anteras. El octavo grupo tiene características similares al séptimo, pero presenta cuello en la base del fruto y posición variable del estigma en relación a las anteras. Los grupos 5 y 8 tienen frutos grandes, seguidos por el 6 y el 4, en ese orden, siendo los frutos más pequeños aquellos del grupo 1, seguidos por el 7 y el 3.

Las variables cualitativas con mayor poder discriminante para separar grupos (Prueba  $\chi^2$ ) son la posición de las flores durante la antesis, la persistencia y la pungencia de los frutos, pubescencia del tallo, presencia de cuello en la base del fruto, posición y forma del fruto. El número de días a la maduración fué la variable cuantitativa más discriminante (Prueba F).

El análisis discriminante canónico construye indicadores que separan los grupos. La primer variable canónica es un contraste entre la longitud del fruto (cm) y el número de días a maduración contra la pubescencia del tallo y de la hoja y la posición del estigma en relación con las anteras en la antesis. La segunda variable canónica esta dominada por la posición de las flores durante la antesis y el color de la corola, en contraste con la longitud del fruto (cm), la forma del fruto y la forma del fruto en la unión con el pedúnculo. Estos dos indicadores explican un 73% de la variación entre grupos.

La relación entre grupos y especies es altamente significativa de acuerdo a una prueba chi-cuadrado. El primer grupo está formado fundamentalmente por *C. frutescens*, el tercero y cuarto por *C. annum*, el quinto por una mezcla de *C. annum* y *C. baccatum*, y el octavo por *C. chinense*, siendo los demás grupos mezclas más de dos especies. Es interesante notar que al eliminar los caracteres de forma y tamaño de frutos la relación grupos-especies se hace más fuerte, lo cual coincide con Pickersgill (1988) (ver (3)).

Al analizar el origen de los materiales se observa que predominan los genótipos de Costa Rica (257), Guatemala (229), México (98), Perú (78), Etiopía (69), Panamá (44), Honduras (43), El Salvador (22) y el resto corresponde a diversos países con un número pequeño de accesiones, en promedio de 5 a 6 por país. La prueba chi-cuadrado que contrasta país de origen contra conglomerado (Tabla 1), fué altamente significativa.

**Tabla 1.** Composición de grupos de acuerdo a origen de los materiales dado en porcentajes de los países predominantes. CATIE, 1995.

Grupo	C.RICA		Origen		PERU	PANAM	HOND	ETIOPI	MALASI
	GUATE	ECUAD	MEX						
1	28	36	14	1	1	5	2	8	0
2	34	22	1	3	7	3	1	6	7
3	21	37	2	8	4	6	11	0	1
4	0	0	0	0	0	100	0	0	0
5	28	22	2	16	8	2	0	7	4
6	36	6	0	8	3	2	4	35	0
7	18	29	4	11	3	8	22	0	0
8	15	26	1	15	20	5	0	6	0

### Conclusiones.

El germoplasma de la colección de *Capsicum spp.* del CATIE puede agruparse en conglomerados que difieren fundamentalmente en cuanto a la posición de las flores durante la antesis, características de los frutos y días para la maduración. Esta clasificación tiene una relación significativa con el origen y la clasificación por especies de los materiales. La relación entre grupos y especies mejora al descartar del análisis las variables relacionadas a forma y tamaño de frutos.

### Bibliografía.

ORTIZ, R.; DELGADO DE LA FLOR, L.F. 1990. Utilización de descriptores en la caracterización de líneas dentro del género *Capsicum*. Turrialba 40(1):112-118.

PRINCE, J.P.; LOAIZA, F.; FIGUEROA, F.; TANKSLEY, S.D. 1992. Restriction fragment length polymorphism and genetic distance among Mexican accessions of *Capsicum*. Genome 35(2):726-732.

\_\_\_\_\_.; LACKNEY, V.K.; ANGELES, C.; BLAETH, J.R.; KYLE, M.M. 1995. A survey of DNA polymorphism within the genus *Capsicum* and the fingerprinting of pepper cultivars. Genome 38(2):224-231.

# SISTEMA EXPERTO SOBRE PRACTICAS CULTURALES EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)<sup>\*</sup>

Arze, B. J.; Pérez, R. N.<sup>\*\*</sup>

Palabras Clave: sistema, experto, escenarios, maíz, prácticas culturales.

**Abstract:** Problem within the traditional corn growing system in the South Pacific region of Costa Rica were identified. An expert system was developed to respond to these problems and offer recommendations to support decision-making. Decision trees were constructed to create scenarios, and a knowledge base was structured. Information was obtained from nine corn experts and from available literature. Results show that the principal problems occur during soil preparation, planting, fertilization and in pest control. The system uses 650 decision rules and generates 627 recommendations. In conclusion, the system integrates knowledge, supports decision-making and responds to problems detected.

**Resumen:** En la región Pacífico Sur de Costa Rica se identificaron problemas en las prácticas culturales del cultivo de maíz. Se desarrolló un sistema experto para responder a esta problemática y ofrecer recomendaciones de apoyo en la toma de decisiones. Se construyeron árboles de decisión para elaborar escenarios y se estructuró una base de conocimientos. El conocimiento se obtuvo de nueve expertos en maíz y de literatura. Los resultados señalan que los principales problemas se presentan en la preparación del suelo, la siembra, la fertilización y en el combate de plagas. El sistema maneja 650 reglas de decisión y genera 627 recomendaciones. En conclusión, el sistema integra el conocimiento, apoya la toma de decisiones y responde a la problemática detectada.

## Introducción

El maíz es cultivado en la mayoría de los países en desarrollo, principalmente por agricultores de bajos recursos con tecnología tradicional, escasez de asistencia técnica y de servicios institucionales. La región agrícola Pacífico Sur de Costa Rica no escapa a estas características, afectando la producción y productividad. Por otro lado, la transferencia de tecnología hacia los productores ha tenido dificultades, especialmente por su orientación altamente especializada, sin una fase adecuada de integración de conocimientos, donde puedan presentarse diversos escenarios, seleccionados por los propios productores de acuerdo a sus problemas particulares (Arze 1993). Por ello es prioritario buscar herramientas más eficientes y accesibles para la toma de decisiones, como los sistemas expertos. El propósito del trabajo fue desarrollar un prototipo de sistema experto para apoyar y facilitar la toma de decisiones, en prácticas culturales del cultivo de maíz, en la región Pacífico.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la región Pacífico Sur de Costa Rica, entre 2 y 800 m. sobre el nivel de mar, precipitación promedio anual es de 3082 mm., temperatura media anual es 27 °C y con suelos los ultisoles e inceptisoles. Una de las actividades básicas fue la búsqueda y recopilación de información para identificar las características y los problemas en la producción de maíz. Se procedió luego a seleccionar los de mayor importancia para ser analizados a través de escenarios. El conocimiento para elaborar los escenarios, definir la estructura básica del sistema y plantear las soluciones a condiciones específicas, fue obtenido por revisión de literatura y directamente de expertos como extensionistas, investigadores y gestores del desarrollo.

Se identificaron las variables de suelo, clima, planta y de cultivo, que están relacionadas con las labores culturales realizadas en el maíz, principalmente, las que definen la preparación del suelo, siembra, fertilización y control de

<sup>\*</sup> Parte del trabajo de tesis Mg. Sc. presentado en la Escuela de Posgrado CATIE, Turrialba Costa Rica.

<sup>\*\*</sup> Profesor Investigador, y estudiante de Posgrado respectivamente

plagas. Se utilizó el Shell Vp Expert, para desarrollar arboles de decisión que permitan configurar los escenarios de mayor frecuencia relacionados con el manejo del cultivo de maíz. Una vez construido el sistema se procedió a validarlo. En primer lugar, se verificó la estructura lógica y la presentación del programa. Después fue probado por 30 usuarios, para verificar si la interfase de usuario era apropiada y si el sistema podría ser de utilidad para apoyar la toma de decisiones.

## Resultados y discusión

Los problemas reportados por agricultores en su mayoría están relacionados con las plagas. El 42% de los productores reporta problemas con pericos *Psitacidos* spp, el 30% con gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, el 18% con hormigas *Solenopsis germinata*, el 17% con jobotos *Phyllophaga* spp, y el 10% con acame de las plantas. Existen otros problemas (preparación del suelo, la siembra, la fertilización y el zacate cholo o caminadora), no reportados por agricultores porque no los perciben claramente, sin embargo, investigadores y extensionistas de la zona, los señalan como muy importantes.

El sistema se estructuró con 14 bases de conocimientos (Cuadro 1), donde se maneja un total de 650 reglas de conocimiento, construidas en base a lógicas con la siguiente sintaxis, *si se cumple x entonces hacer y*, además proporciona 627 recomendaciones llamadas a través de nueve diferentes archivos de texto (\*.txt), los cuales son independientes del sistema o del programa (Cuadro 2).

Cuadro 1. Bases de conocimientos que integran el sistema experto sobre prácticas culturales en el cultivo de maíz.

ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	NºREGLAS'
manema kbs	Manejo del cultivo de maíz	7
predesue kbs	Preparación de suelos	150
siembra kbs	Siembra del cultivo	5
sedesem kbs	Selección del cultivar	101
edesie kbs	Fecha de siembra	87
medesie kbs	Método de siembra	33
fertiliz kbs	Fertilización del cultivo	4
epodefer kbs	Época de fertilización	68
medeafeq kbs	Método de aplicación de fertilizante químico	32
plagas kbs	Plagas	7
condein kbs	Control de insectos	63
condemal kbs	Control de malezas	53
condeave kbs	Control de aves plaga	40
Total		650

Cuadro 2. Archivos de texto del sistema experto sobre prácticas culturales en el cultivo de maíz.

ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	N° RECOMENDACIONES
predes.txt	Preparación del suelo	150
sedese.txt	Selección del cultivar	101
fedes.txt	Fecha de siembra	87
medes.txt	Método de siembra	33
epodefe.txt	Época de fertilización	68
medea.txt	Método de aplicación de fertilizante	32
condei.txt	Control de insectos	63
condem.txt	Control de malezas	53
condea.txt	Control de aves plaga	40
Total		627

El módulo central que constituye la estructura básica del sistema, se denomina prácticas culturales en maíz (manema.kbs) y consta de siete reglas. El propósito de la estructura básica es enlazar a los módulos de preparación de suelos (predesue.kbs), siembra del cultivo (siembra.kbs), fertilización (ferfiliz.kbs), control de plagas (plagas.kbs) y de cosecha. Además ordena la salida final del sistema.

De los 30 usuarios participantes en la prueba del sistema, 15 realizan actividades de extensión agrícola en la zona Pacífico Sur, 9 son investigadores y 6 son gestores del desarrollo agrícola.

Las 650 reglas y 627 recomendaciones incluidas en el sistema experto, recogen los conocimientos sobre el manejo del cultivo de maíz, formando diversos escenarios, que permiten ofrecer recomendaciones para condiciones específicas de los productores, las que se particularizan por presentarse en un momento dado y en un espacio dado. Estas características del sistema, facilitan el ordenamiento de conocimientos y su transferencia a usuarios con una gran posibilidad de su utilización e impacto, ya que se refieren a problemas específicos, claramente definidos.

Los resultados obtenidos señalan que el sistema responde a los problemas agroecológicos de los productores de maíz en la región Pacífico Sur (alfa=1%). El sistema puede servir de apoyo y facilitar la toma de decisiones del técnico extensionista (alfa=1%), mejorando la información ofrecida a los productores (alfa=1%), permite la difusión y empleo del conocimiento de los expertos (alfa=1%), agiliza el proceso de formulación de recomendaciones (alfa=1%), ayuda a establecer planes de manejo en el cultivo de maíz (alfa=1%) y además se puede identificar que aún las soluciones ofrecidas requieren un mayor grado de detalle.

## Conclusiones

1. Los principales problemas en el manejo del cultivo de maíz, en la región Pacífico Sur de Costa Rica, se presentan en la preparación del suelo, la siembra, la fertilización y plagas.
2. El prototipo de sistema experto desarrollado apoya y facilita la toma de decisiones, en las prácticas culturales que se realizan al cultivo de maíz, en la región Pacífico Sur de Costa Rica
3. El sistema experto elaborado permite concentrar e integrar el conocimiento de los expertos y agilizar el proceso de formulación de recomendaciones.

4. El sistema experto ayuda a establecer planes de manejo en el cultivo de maíz, debido a la información adecuadamente sistematizada que permite unificar criterios de varios expertos sobre una actividad específica.

### **Bibliografía**

ARZE B., J. 1993. Sistemas de expertos: una herramienta para tomar decisiones sobre agrotecnología. Curso Introducción a la dinámica de sistemas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 28 p.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, C.R., CATIE. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Serie Técnica. Informe Técnico N° 152. 88 p.

CECADE. 1992. El cultivo de maíz. Cuadernos de capacitación, serie de los cultivos N° 2. San José, Costa Rica. CEDECA. 60

DOMECQ, J.J.; NEBEL, R.L.; MACGILLIARD, M.L.; PASQUINO, A.T. 1991. Expert system for evaluation of reproductive performance and management. Journal of Dairy Science. 74(10): 3446-3453.

ROJAS Z., L.; ROJAS Z., B. 1992. Productividad del maíz en el Estado de Chiapas. In El maíz en la década de los 90. (3., 1992. JALISCO, MEX.). [Memoria]. Jalisco, Méx., SARH. BASE, S.A. de C.V. p 361-362.

LEMMON, H. 1986. Connax: an expert system for cotton crop management. Science (USA) 293: 29-33.

JORGE M., P.S. 1992. Sistemas expertos de manejo del cultivo de plátano (*Musa AAB*): módulos de fertilización y drenaje. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 208 p.

## ESPECIES NUEVAS DE ACAROS ASOCIADOS A TRES ESPECIES FORESTALES

Carlos Vargas<sup>1</sup>  
Helga Blanco-Metzler<sup>2</sup>  
Julio Bustamante<sup>3</sup>

**Summary.** A survey was carried out in three native forest species to identify the mites associated with damage to the foliage. *Nothopoda* n. sp. and *Aceria* n. sp. were found in *Terminalia amazonia*; *Phyllocoptruta* n. sp. on *Pentaclethra macroloba*. Four new genera, four new species belonging to the genera *Aculus* and a new species of *Paraphytoptus* were found in *Hieronyma alchornooides*.

### Introducción

Durante los últimos cincuenta años, Costa Rica ha sufrido una tala indiscriminada de sus bosques. Conscientes de esta situación, en las últimas dos décadas, el Estado, organismos internacionales como el CATIE y empresas privadas, han impulsado la reforestación con especies exóticas y algunas nativas. Existen muchas otras especies forestales nativas adaptadas a nuestras zonas agroecológicas que ensayos preliminares han mostrado buen crecimiento en condiciones de plantación (OET, 1990). Algunas de estas especies son: el pilón, ascá o zapatero (Euphorbiaceae: *Hieronyma alchornooides* Allemao) el roble coral, caracolillo o amarillón (Combretaceae: *Terminalia amazonia* (Gmelin) Exell) y el gavilán o quebracho (Mimosaceae: *Pentaclethra macroloba* (Willd. Kuntze). Debido a que el interés en estas especies es reciente, existe poca información sobre prácticas silviculturales, enfermedades y plagas.

Los ácaros fitoparásitos asociadas con cultivos agrícolas y especies forestales se agrupan en tres superfamilias: Eriophyoidea, Tarsonemoidea y Tetranychoida. Los eriofioideos se dividen en dos grandes grupos: los expuestos, que viven en la superficie del hospedante, y los no expuestos que se ubican dentro de agallas, ampollas o erinosis (Ochoa *et al.* 1991). La presencia de estos organismos en altas poblaciones produce diferentes sintomatologías, las cuales dependerán de la forma de alimentación del ácaro en las diferentes partes de la planta.

Debido al interés que presenta la incorporación de estas especies nativas en los programas de reforestación, se hace necesario desarrollar información básica sobre la identidad de los organismos asociados a los árboles forestales. Este trabajo tuvo como objetivo identificar los ácaros y describir la sintomatología producida en tres especies forestales nativas con potencial para la reforestación.

### Materiales y métodos

Se recolectaron muestras de follaje de tres especies forestales en tres zonas de Costa Rica. En la Zona Sur, los muestreos se realizaron en mayo 1995, en plantaciones puras de cuatro años de *T. amazonia* situadas en Platanillo, Las Brisas de Cajón, y en el vivero de Coopeagris de San Isidro, localidades situadas en Pérez Zeledón, provincia de San José. También se muestreó una plantación mixta de *T. amazonia* y *T. ivorensis* de cuatro años, situada en Barú de Aguirre, provincia de Puntarenas y en una plantación pura de dos años en Jabillos de Coto Brus, Puntarenas. Dichas localidades presentan gran variedad de clima con precipitaciones que oscilan entre 1500 mm y 5000 mm por año. La altitud varía entre 100 y 1500 m.s.n.m. aproximadamente. El segundo muestreo se realizó en julio 1995, en la Finca Demostrativa de la Asociación de Madereros del Atlántico, San Rafael de Bordón, Limón situada a 300 m.s.n.m., con una precipitación anual que varía entre 2200 y 2740 mm, y temperatura media anuales de 24 - 27 °C. El tercer muestreo se realizó en marzo 1993, en los jardines del CATIE, Turrialba, provincia de Cartago, situada a 602 m.s.n.m., con 2600 mm de precipitación anual y 22 °C de temperatura promedio anual.

<sup>1</sup> CATIE. Area de fitoprotección. 7170, Turrialba, Costa Rica

<sup>2</sup> CATIE. 7170, Turrialba, Costa Rica

<sup>3</sup> MIRENEM. DECAFOR. Dirección General Forestal, San Isidro de Pérez Zeledón, Costa Rica.

Las muestras se tomaron de la parte media a baja de los árboles y se recolectó follaje severamente afectado, levemente afectado y aparentemente sano. Parte de la muestra se introdujo, por especie forestal, en frascos con alcohol de 75% y el resto en bolsas plásticas con aire y cierre semi-hermético; luego se transportaron en una hielera. Las muestras se procesaron en el laboratorio del Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE, y la extracción de los ácaros se efectuó bajo un estereoscopio de luz directa. Los ácaros fueron clarificados con ácido láctico al 85% y montados en fluido de Berlese modificado. Las fotografías se tomaron con un microscopio Olympus VH2 de contraste de fases.

La identificación de las especies de ácaros la realizó el Dr. James W. Amrine Jr., de la West Virginia University. Las láminas se encuentran en las colecciones de referencia de la West Virginia University y del CATIE.

## Resultados y discusión

**Acaros en *T. amazonia*.** Se determinó la presencia de dos especies nuevas de ácaros de la familia Eriophyidae: *Nothopoda* n.sp. y *Aceria* n.sp. Estas especies son específicas para *T. amazonia*, ya que en la plantación mixta situada en Barú, no se encontró estos eriófidos en *T. ivorensis*. Debido a que ambas especies pueden presentar hábitos de alimentación similares, no se determinó cual eriófido produce la erinosis.

La sintomatología se caracteriza por la producción de una erinosis entre las venas del envés de las hojas jóvenes y maduras, y en las inflorescencias. Cuando el ataque se presenta en hojas jóvenes, el daño puede alcanzar hasta un 90% de la superficie, produciéndose una deformación de la hoja y un abultamiento de la lámina foliar (ampollas). La erinosis inicial es hialina y a simple vista se observa como motas de color verde claro por el envés y verde oscuro por el haz de las hojas; luego cambia a una tonalidad rojiza, y finalmente se torna de color marrón. En el haz se observa una necrosis que corresponde al área atacada por los ácaros.

De las plantaciones muestreadas, aquellas situadas en Platanillo, Barú y las Brisas de Cajón, presentaron un daño mucho mayor que el encontrado en el vivero de Coopeagris y Jabillo de Coto Brus, donde el daño fue insignificante.

**Acaros de *H. alchornoides*.** Se identificaron nueve especies nuevas de ácaros, incluyendo cuatro nuevos géneros de la superfamilia Eriophyoidea: cinco especies son de hábitos no expuestos, *Paraphytoptus* n. sp. (Eriophyidae, Eriophyinae, Acariini) y cuatro especies de *Aculus* n. sp. (Eriophyidae, Phyllocoptinae, Anthocoptini). Sin embargo, se debe estudiar cuidadosamente las especies del género *Aculus* ya que estas son variables y se requiere entender la relación entre las mismas (James Amrine Jr. 1995, West Virginia University, comunicación personal). Las otras cuatro de hábitos expuestos son géneros y especies nuevas, dos son Eriophyidae, Phyllocoptinae, de las tribus Anthocoptini y Acaricalini; uno Eriophyidae, Phyllocoptini y otro Diptilomiopidae, Diptilomiopinae.

Cualquiera de las especies de ácaros de hábitos no expuestos o el asocio de estas especies, pueden estar provocando el daño que se manifiesta por la producción de erinosis. En el follaje joven, la erinosis es de color blanco en el envés de las hojas, mientras que en el follaje completamente desarrollado es más oscura, tornándose marrón posteriormente. La erinosis puede mostrarse como pequeñas motas independientes o de manera uniforme, cubriendo hasta el 80% del envés de las hojas. Por lo general en el haz se producen ampollas en la lámina foliar, coincidiendo con el lugar donde se localiza la erinosis, acompañado de una coloración amarillenta a marrón. En las áreas donde no se presentó erinosis, se observó una tonalidad rojiza por el haz, y manchas necróticas por el envés; esta sintomatología podría estar asociada con la alimentación de los eriófidos de hábitos expuestos.

**Acaros de *P. macroloba*.** Se identificó el ácaro expuesto *Phyllocoptuta* n.sp. en las ramas y entre los tricomas de los brotes, raquis, pinas y hojuelas. Estos ácaros se alimentan de las células epidermales y podrían estar asociados a una proliferación anormal de los brotes y una resqueadura en los puntos de alimentación.

## **Conclusión**

El daño producido por ácaros, insectos y patógenos en especies forestales pueden ocasionar disminución de la capacidad fotosintética, retraso o distorsión del crecimiento, defoliación y transmisión de enfermedades, por lo que se requieren estudios más detallados sobre la biología y ecología de estos organismos.

Con el auge en la siembra de especies forestales nativas que diversas instituciones están impulsando, se hace necesario el inventario y diagnóstico anticipado de los ácaros, insectos y patógenos asociados a los árboles forestales. Por lo general, el impacto que estos organismos puedan ocasionar en los hospedantes nativos no es aparente en forma inmediata. También es importante el monitoreo desde la selección de especies y procedencias, así como inspecciones en los viveros y en todos los estados de desarrollo de la planta. Los viveros se pueden convertir en centros de diseminación, de ahí la importancia del monitoreo del estado fitosanitario de las plántulas desde esta etapa (Arguedas 1993). Por lo tanto, la mejor manera para prevenir y manejar los problemas fitosanitarios es la inspección constante y detección temprana de las plagas y enfermedades.

Un diagnóstico oportuno permitirá anticipar posibles problemas que se puedan presentar en una plantación y ayudará al reforestador con la selección y manejo de la especie a sembrar.

## **Literatura citada**

ARGUEDAS, M. 1993. Problemas fitosanitarios en viveros forestales en Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 12(3):81-88.

OCHOA, R.; AGUILAR, H.; VARGAS, C. 1991. *Acaros fitófagos de América Central: guía ilustrada*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 251 p.

ORGANIZACION PARA ESTUDIOS TROPICALES. 1990. *Encuentro regional sobre especies forestales nativas de la zona norte y atlántica (1, 1989, Chilamate, Sarapiquí, Costa Rica)*. Memoria. Ed. por E. González J.; R. Butterfield; J. Segleau y M. Espinoza. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 46 p.

## **INTERACTION BETWEEN A COVER CROP (*MUCUNA* SP.), A WEED (*ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS*) AND A CROP (MAIZE)<sup>4</sup>**

Bernal E. Valverde, Arnoldo Merayo, Carlos E. Rojas and Tom Alvarez  
Area de Fitoprotección, CATIE, Turrialba 07170, Costa Rica

**Resumen:** Se realizó un experimento en Guanacaste, Costa Rica, para estudiar la interacción entre la leguminosa de cobertura, *Mucuna* sp., la maleza conocida como pasto indio (*Rottboellia cochinchinensis*) y el maíz. Se sembró *Mucuna* entre las hileras de maíz a 0, 50 000 y 80 000 plantas/ha. Mediante la aplicación de pendimetalina a razón de 0.12, 0.25, 0.50 y 1.50 kg/ha se obtuvieron cuatro densidades de pasto indio. La eliminación total de la maleza se logró con la dosis más alta de pendimetalina suplementada por deshierba manual. Al final del ciclo de cultivo, en ausencia de *Mucuna*, la biomasa aérea de pasto indio fue de 0, 525, 665, and 1016 g/m<sup>2</sup> según aumentó su densidad. *Mucuna*, irrespectivamente de su densidad, redujo la biomasa del pasto indio entre 75 and 95%. Por el contrario, no se observó ningún efecto del pasto indio sobre la biomasa producida por *Mucuna*. Todos los tratamientos redujeron el rendimiento del maíz en comparación con el testigo (sin interferencia de la maleza y la leguminosa). Consideradas individualmente, la cobertura y la maleza redujeron el rendimiento del maíz hasta en un 40%. La conveniencia de asociar *Mucuna* con maíz para el control de pasto indio debe evaluarse rigurosamente considerando las posibles pérdidas de rendimiento, sus beneficios indirectos y el costo de tratamientos opcionales.

### **Introduction**

Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) is one of the most troublesome weeds in Central America. Itchgrass is widespread in Costa Rica, especially in the Pacific and Atlantic regions where it is a major weed in maize, beans, dryland rice, sorghum and sugarcane (Herrera, 1989).

In the seasonally arid area of the Pacific Northwest of Costa Rica, itchgrass causes major crop losses and costs of controlling it may limit planting areas for small and medium-size farmers (Rojas *et al.*, 1993b). Under these conditions, the critical period of competition in maize varies between 20 and 60 days after crop planting, depending on the season and itchgrass density, and yield reductions of 45 to 64% have been recorded when left unchecked (Rojas *et al.*, 1993a).

Itchgrass infestation in maize can be reduced by in-crop use of selective herbicides, chemical control during the fallow period and zero tillage (Rojas *et al.*, 1993b). Cover crops also can suppress itchgrass when planted in association with maize or during the fallow period. Of several species evaluated, velvetbean (*Mucuna* sp.) was shown to be the best adapted and exhibited the highest ground cover and itchgrass suppression without causing yield losses (De la Cruz *et al.*, 1994).

Research is being conducted to study the competitive effects of both itchgrass and velvetbean on maize yield. In this paper, results from a first experiment on the effect of velvetbean in the presence of increasing densities of itchgrass on maize yields are presented.

### **Materials and methods**

The experiment was established at the University of Costa Rica Regional Centre in Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, on land which was naturally infested by itchgrass. Maize (cv Diamantes) was planted manually on 23-08-94 at 1.0 by 0.4 m spacing to achieve a density of 50 000 plants/ha. Velvetbean was planted a week later (31-08-94) between maize rows at two spacings (0.40 and 0.25 m) to obtain densities of 50 000 and 80 000 plants/ha. At maize planting, 225 kg/ha of 10-30-10 fertilizer was applied together with 8 kg/ha chlorpyrifos, supplemented with a 136 kg/ha application of ammonium nitrate 21 days after planting (DAP).

<sup>4</sup> Presented at the Brighton Crop Conference-Weeds, Brighton, United Kingdom, in November 1995.

To obtain four itchgrass densities, a tank mixture of pendimethalin (0.12, 0.25, 0.50 or 1.50 kg/ha) plus 0.40 kg/ha paraquat were applied one DAP by a portable CO<sub>2</sub>-operated sprayer equipped with four TeeJet SS8003 flat fan nozzles delivering 250 l/ha. Itchgrass plants that escaped the highest rate of pendimethalin were pulled by hand to achieve the zero density.

Treatments were arranged in a four by three factorial in a complete randomized block design with four replications. Factors were four densities of itchgrass (zero, low, medium and high) and three velvetbean densities (0, 50 000 and 80 000 plants/ha). Experimental plots were 20 m<sup>2</sup> with a sampling unit of four rows of maize for a total of 13.5 m<sup>2</sup>. Additionally, four quadrats (0.40 x 0.40 m) were randomly marked, two within the maize row and two between maize rows (where velvetbean had been planted), for determining itchgrass densities. Number of itchgrass plants in each quadrat were counted weekly beginning two weeks after planting (WAP) until the eighth week. A week before maize harvest, a 1.0 m<sup>2</sup> sample was harvested to determine velvetbean and itchgrass fresh weight. Maize was harvested in the sampling unit on 13-12-94 and dried to 12% moisture content.

## Results and discussion

At two WAP, itchgrass densities averaged 0, 11, 24, and 28 plants/m<sup>2</sup> within the maize row and 0, 11, 22 and 23 plants/m<sup>2</sup> between maize rows, corresponding to the zero, low, medium and high densities, respectively. The medium and high densities were equivalent throughout sampling dates, except at the last two dates (7 and 8 WAP) between the maize rows where velvetbean suppressed itchgrass (Fig. 1). Regardless of treatments, itchgrass densities increased up to five WAP (Fig. 1), indicating differential germination and emergence, up to a maximum of 70 plants/m<sup>2</sup> within the maize rows (data not shown). Similar observations were made in experiments by Rojas *et al.* (1993), at the same experimental area, where they found increases in itchgrass densities 45 DAP compared to 15 DAP, regardless of in-crop herbicide use.

At the end of the cropping season, above-ground itchgrass biomass (fresh weight) had substantially decreased in plots where velvetbean had been planted (Table 1). Increasing the velvetbean density from 50 000 to 80 000 plants/ha further slightly reduced itchgrass biomass. Velvetbean suppressed itchgrass biomass between 75 and 95%, being more effective at lower itchgrass densities. On the other hand, itchgrass density did not affect velvetbean biomass nor were differences found between the two actual velvetbean densities (Table 1). Thus, it appears that velvetbean could have a higher competitive ability than itchgrass when growing together, which explains the efficacy of this cover crop in the integrated management of this weed.

The presence of velvetbean or itchgrass, regardless of density, reduced maize grain yield up to 39%. There was no significant interaction between velvetbean and itchgrass densities on maize yield. In previous experiments, at the same location and with similar velvetbean densities, velvetbean suppression of itchgrass improved maize yield (De la Cruz *et al.*, 1994). In the present experiment velvetbean was not allowed to invade the maize row but proximity among plants was enough for interference to occur. The most likely resource for which maize and both velvetbean and itchgrass competed was water since rainfall was unusually low during the cropping season. Based on these results, it is important to further characterize the interaction between the three species to better define the role of velvetbean in integrated management of itchgrass in maize, considering yield penalties, non-herbicidal benefits of the cover crop and cost of alternative treatments.

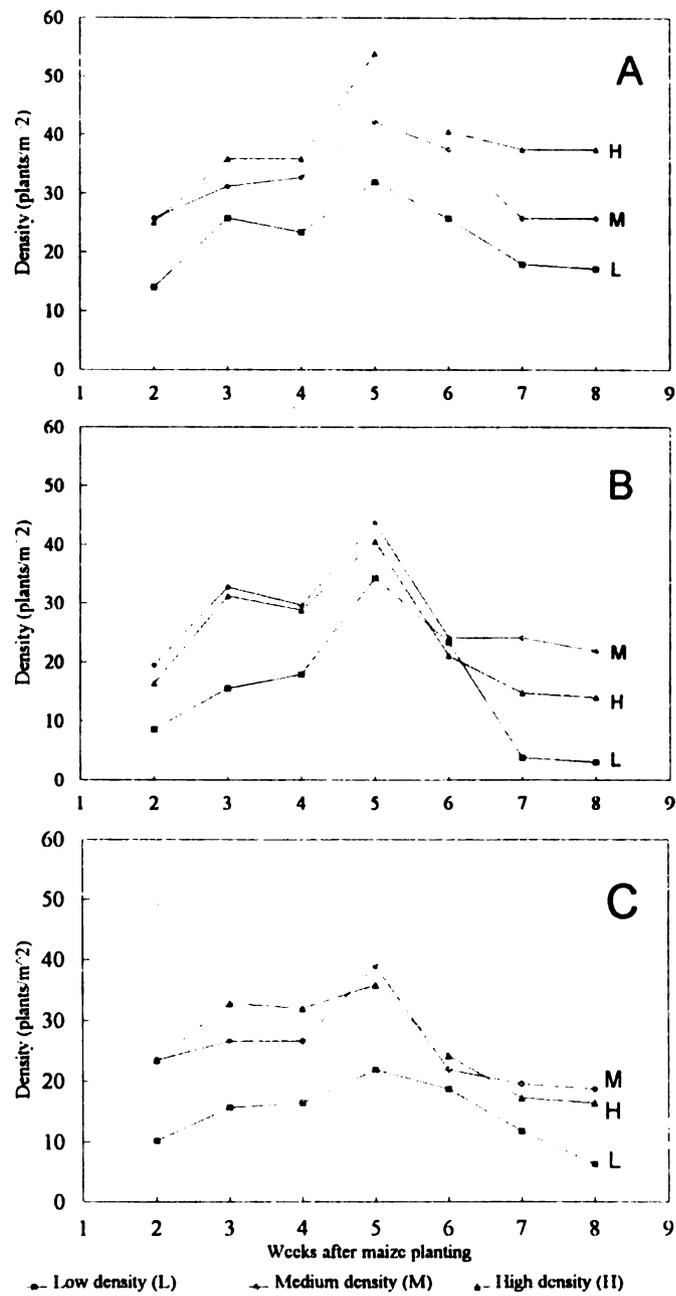


FIGURE 1. Number of itchgrass plants between maize rows at different densities in the absence of velvetbean (A) and with velvetbean at 50 000 plants/ha (B) or 80 000 plants/ha (C).

TABLE 1. Effect of velvetbean and itchgrass densities on velvetbean and itchgrass biomass at the end of the cropping cycle and maize grain yield.

Treatments	Fresh weight (g/m <sup>2</sup> )		Maize yield (Kg/ha)
	Itchgrass	Velvetbean	
Without velvetbean	(552) <sup>1</sup>	(0)	(3424)
Without itchgrass	0	0	4189
Low itchgrass density	526	0	3167
Medium itchgrass density	665	0	3359
High itchgrass density	1016	0	2981
Velvetbean at 50 000 plants/ha	(111)	(419)	(2809)
Without itchgrass	0	362	3100
Low itchgrass density	26	607	2809
Medium itchgrass density	160	436	2667
High itchgrass density	256	269	2659
Velvetbean at 80 000 plants/ha	(60)	(425)	(2823)
Without itchgrass	0	470	3081
Low itchgrass density	48	280	2570
Medium itchgrass density	54	484	2741
High itchgrass density	139	466	2900
LSD 0.01 within velvetbean densities	317	-	-
LSD 0.01 among velvetbean densities	-	155	541

<sup>1</sup> Averages across itchgrass densities in parenthesis.

## Acknowledgements

This work was commissioned by the UK Overseas Development Administration through the Natural Resources Institute as EMC-X0179. Part of the research also was supported by USAID Project 596-0150, Integrated Pest Management, CATIE, Costa Rica.

## References

- De la Cruz, R; Rojas C E; Merayo A (1994) Manejo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz y el período de barbecho con leguminosas de cobertura. *Manejo Integrado de Plagas*. 31, 29-35.
- Herrera, F (1989) Situación de *Rottboellia cochinchinensis* en Costa Rica. In: *Seminario-taller sobre Rottboellia cochinchinensis y Cyperus rotundus, Distribución, problemas e impacto económico en Centroamérica y Panamá*. Proyecto MIP-CATIE, Honduras. p. 14.
- Rojas, C E; de la Cruz R; Merayo A (1993a) Efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Manejo Integrado de Plagas*. 27, 42-45.
- Rojas, C E; de la Cruz R; Shannon P J; Merayo A (1993b) Study and management of Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) in the Pacific region of Costa Rica. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, pp. 1183-1188.

## OCCURRENCE OF PROPANIL RESISTANCE IN *ECHINOCHLOA COLONA* IN CENTRAL AMERICA<sup>5</sup>

Israel Garita, Bernal E. Valverde, Erick Vargas, Luis A. Chacón, Ramiro De La Cruz  
Area de Fitoprotección, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

Charles R. Riches  
Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, ME4 4TB, UK

John C. Caseley  
Department of Agricultural Sciences, University of Bristol, Institute of Arable Crops Research, Long Ashton  
Research Station, Bristol BS18 9AF, UK.

**Resumen:** Se realizó un muestreo en las principales áreas productoras de arroz en centroamérica para determinar la presencia de poblaciones de *Echinochloa colona* resistentes al herbicida propanil. Se recolectó semilla en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Panamá. Poblaciones selectas de *E. colona* se asperjaron con propanil a dosis crecientes hasta un máximo de 22.4 kg/ha en condiciones de invernadero en el CATIE, Costa Rica, para determinar su respuesta al herbicida y calcular el valor de RC<sub>50</sub>. Las poblaciones analizadas variaron ampliamente en su respuesta al propanil, algunas fueron hasta 70 veces más resistentes que la población testigo (susceptible), dependiendo de las condiciones locales de crecimiento y de la presión de selección por el herbicida a que habían sido sometidas en el campo. La resistencia a propanil es bastante común en *E. colona* en centroamérica.

### Introduction

The annual grass junglerice (*Echinochloa colona*) is a principal weed of rice throughout the tropics. Propanil, a relatively inexpensive, contact, post-emergence herbicide, has been traditionally used to control this weed. However, continued reliance on this herbicide led to the evolution of resistance. In Latin America, propanil resistance has been confirmed in Costa Rica and Colombia (Garro *et al.*, 1991, Fischer *et al.*, 1993).

Propanil resistance also occurred in the related species barnyardgrass (*E. crus-galli*) in Greece (Giannopolitis & Vassiliou, 1989) and Arkansas, USA (Smith *et al.*, 1992). The loss of this control option due to resistance in the weed flora has serious implications to farmers who depend on chemical weed control. The potential also exists for *Echinochloa spp.* to evolve resistance to alternative herbicides used in rice such as the case of a population of *E. colona* already resistant to propanil which was found to be resistant to the grass-herbicide fenoxaprop-ethyl in rice fields in Costa Rica (Caseley *et al.*, 1995).

The biochemical and physiological mechanism of resistance has been identified as an increased capability of *E. colona* to metabolize propanil in the same manner rice avoids phytotoxic damage (Leah *et al.*, 1994, 1995).

The existence, extent and severity of herbicide resistance is largely ignored in Latin America. Even in rice, where farmers now begin to recognize resistance as a problem, no specific actions are being taken by most growers to deal with or prevent the build up of resistance.

The objective of the bioassay studies reported here was to survey the extent of propanil resistance in *E. colona* populations in the main rice producing areas of Central America.

---

<sup>5</sup> Presented at the Brighton Crop Conference-Weeds, Brighton, United Kingdom, in November 1995.

## Materials and methods

### Collection of *E. colona* seed

*E. colona* seed samples were collected in the principal rice-growing areas in Panama, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador and Guatemala. Fully mature seed was harvested by hand and taken to CATIE, Turrialba, Costa Rica, where they were coded and stored at room temperature until planting. Recent herbicide use history of sampled rice fields was obtained when it was possible.

### Bioassays

Seeds were soaked in tap water for 24 hours with at least two water changes before they were placed in petri dishes containing filter paper (Whatman No. 2) moistened with water for germination at room temperature. Four seedlings (one-leaf growth stage) were transplanted in plastic pots with 260 g of soil supplemented with 2 g of 10-30-10 fertilizer and placed in a greenhouse with reduced light conditions. After this adaptation period, plants were transferred to a fully-exposed screenhouse until they reached the three-leaf stage.

One day before the application, plants were thinned to three per pot and sorted in a complete randomized block design with four replications. Propanil (Stam M4 AC 48% EC, Rohm and Hass) was applied at increasing doses (0, 0.35, 0.7, 1.4, 2.8, 5.6, 11.2 and 22.4 kg/ha) to individual pots in a spray booth (R & D Sprayers, Opelousas, Louisiana, USA) equipped with a Teejet 8001VS nozzle at 2.06 Bars, delivering 200 l/ha. Plants remained in the screenhouse for two more weeks until harvesting. Propanil phytotoxicity on *E. colona* was assessed visually at 8 and 15 days after treatment (DAT) and by harvesting the aerial part of the plants at 15 DAT to determine both fresh and dry weights. Two weeks after initial harvesting, clipped plants that resprouted were counted and weighted. Results shown in this paper are based only on fresh weight determinations.

GR<sub>50</sub> (propanil rate required to reduce fresh weight by 50%) values were calculated for each *E. colona* population from regression equations. The resistance index (RI) was calculated as the ratio of the GR<sub>50</sub> of the selected population over the GR<sub>50</sub> of the most susceptible one (P2).

## Results and discussion

Response to propanil varied considerably among *E. colona* populations from Central American countries and even within the same rice-growing region (Table 1). In general, there seems to be a relation between the rice-production history and the resistance level; however, some of the weed management practices at specific farms apparently have delayed resistance evolution even after many years of rice monoculture.

For example, susceptible populations from El Salvador were found at small farms (less than 3 ha) where agronomic practices are performed using family labor: fields are planted only once a year and hand weeding is practiced up to three times per crop cycle. Evidently, hand weeding decreases the selection pressure imposed by propanil in these fields.

Table 1. Response of selected *E. colona* biotypes from Central America to propanil.

Code	Country	Province or Department	Years of	Cycles/ rice <sup>1</sup>	GR <sub>50</sub> year	RI <sup>2</sup>
CR39	Costa Rica	Guanacaste	NA	2	0.25	1.25
CR14	Costa Rica	Puntarenas	0	0	0.73	3.65
CR29	Costa Rica	Puntarenas	NA	1	1.16	5.80
CR5	Costa Rica	Puntarenas	15	1	1.55	7.75
CR16	Costa Rica	Puntarenas	NA	1	7.92	39.60
ES35	El Salvador	Ahuachapán	NA	NA	0.20	1.00
ES9	El Salvador	La Libertad	1	1	0.30	1.50
ES18	El Salvador	Sonsonate	15	1	0.35	1.75
ES3	El Salvador	Ahuachapán	15	1	0.50	2.50
ES8	El Salvador	La Libertad	5	1	0.69	3.45
ES6	El Salvador	La Libertad	2	1	0.70	3.50
ES7	El Salvador	Sonsonate	15	1	0.70	3.50
ES4	El Salvador	Chalatenango	10	1	1.50	7.50
ES5	El Salvador	Ahuachapán	15	1	1.50	7.50
ES28	El Salvador	Ahuachapán	26	1	2.80	14.00
ES30	El Salvador	La Libertad	NA	NA	8.68	43.40
G2	Guatemala	Chiquimula	25	1	0.33	1.65
G5	Guatemala	Chiquimula	25	1	0.42	2.10
G5	Guatemala	Chiquimula	25	1	0.42	2.10
G6	Guatemala	Chiquimula	NA	1	0.45	2.25
G1	Guatemala	Chiquimula	40	1	1.13	5.65
G3	Guatemala	Chiquimula	6	1	1.85	9.25
N21	Nicaragua	Matagalpa	0	0	0.24	1.20
N14	Nicaragua	Matagalpa	NA	2	0.45	2.25
N8	Nicaragua	Boaco	NA	2	0.47	2.35
N17	Nicaragua	Matagalpa	NA	2	0.85	4.25
N15	Nicaragua	Matagalpa	NA	2	1.70	8.50
N19	Nicaragua	Matagalpa	NA	NA	1.80	9.00
N10	Nicaragua	Boaco	NA	2	1.90	9.50
N7	Nicaragua	Granada	8	2	3.20	16.00
N5	Nicaragua	Granada	20	2	3.60	18.00

N1	Nicaragua	Granada	NA	2	3.62	18.10
N2	Nicaragua	Granada	5	2	3.62	18.10
N4	Nicaragua	Boaco	NA	2	4.25	21.25
N25	Nicaragua	Matagalpa	20	2	5.20	26.00
N3	Nicaragua	Granada	10	2	8.14	40.70
N12	Nicaragua	Granada	NA	2	8.14	40.70
N28	Nicaragua	Matagalpa	NA	2	9.58	47.90
N13	Nicaragua	Granada	NA	2	14.07	70.35
N11	Nicaragua	Managua	NA	NA	14.23	71.15
P2	Panamá	Coclé	NA	2	0.20	1.00
P6	Panamá	Herrera	16	2	5.40	27.00

<sup>1</sup> NA: Information not available, 0= Area not cultivate (field edge)

<sup>2</sup> RI: Resistance index

The highest resistance levels were found in Nicaragua. In the Granada (Malacatoya) area, farms are bigger, with long history of rice production and usually planted twice a year since there is irrigation available. Propanil has been used for more than 25 years and farm size does not allow for hand weeding. Susceptible populations from Nicaragua were those from farms where soil is puddled and the water table from irrigation helps in controlling weed seedlings. If propanil is used, it is commonly tank mixed with other herbicides. Additionally, in recent years some growers have shifted to the use of systemic grass killers such as fenoxaprop-ethyl.

Most of the *E. colona* populations from Guatemala are still fairly susceptible. Farmers in the Chiquimula area, where seed was collected, resemble those small growers from El Salvador, since they supplement chemical weed control with hand weeding.

The situation in Costa Rica was partially documented previously (Garro *et al.*, 1991). Only a few populations are included in this study, with varying degrees of resistance but it is well known that propanil resistance is very common in dryland-rice producing areas (Valverde, B. E., unpublished).

Only two populations from Panama are included. P2 from Penonomé was collected at a field edge and was used as a control for calculating the resistance indices; P6 from Chitré exhibited a high resistance level.

Results presented here indicate that propanil resistance is common among *E. colona* populations in the main rice growing areas in Central America and that differing degrees of resistance occur depending on local growing conditions and herbicide selection pressure.

## Acknowledgements

This work was commissioned by the UK Overseas Development Administration through the Natural Resources Institute as EMC-X0243. Part of the research also was supported by USAID Project 596-0150, Integrated Pest Management. CATIE, Costa Rica.

## References

- Caseley, J C; Riches C R; Valverde B E; Down V M (1995) Resistance of *Echinochloa colona* (L.) Link to ACCAase inhibiting herbicides. In: *Proceedings International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides*, Cordoba, Spain, p.42.
- Fischer, A J; Granados E; Trujillo D (1993) Propanil tolerance in populations of Jungle-rice. *Weed Science*, **41**, 201-206
- Garro, J E; De la Cruz R; Shannon P J (1991) Propanil resistance in *Echinochloa colona* populations with different herbicide use histories. In: *Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Weeds*, pp. 1079-1083.
- Giannopolitis, C N; Vassiliou G (1989) Propanil tolerance in *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Tropical Pest Management*, **35**, 6-7.
- Leah, J M; Caseley J C; Riches C R; Valverde B E (1994) Association between elevated activity of aryl acylamidase and propanil resistance in Jungle-rice, *Echinochloa colona*. *Pesticide Science*, **42**, 281-289.
- Leah, J M, Caseley J C, Riches C R; Valverde B E (1995) Age-related mechanisms of propanil tolerance in jungle-rice, *Echinochloa colona*. *Pesticide Science*, **43**, 347-354.
- Smith, R J Jr; Talbert R E; Baltazar A M (1992) Control, biology and ecology of propanil-tolerant barnyardgrass. In: *Arkansas Rice Research Studies 1992*, University of Arkansas, pp. 46-50.

## DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE FUMONISINAS EN MUESTRAS DE MAIZ DE COSTA RICA

Solveig Danielsen <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Area de Fitoprotección, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Resumen:** El hongo *Fusarium moniliforme* es muy común en maíz en zonas tropicales y es el agente causal de la pudrición de mazorca y del tallo. Además, este patógeno es capaz de producir toxinas, entre ellas las fumonisinas que pueden causar una serie de enfermedades en animales y seres humanos. El objetivo del estudio fue de determinar el nivel de fumonisinas en maíz en Costa Rica.

Treinta y cuatro muestras de granos de maíz fueron recolectadas en las regiones Alajuela, Guanacaste y Brunca en Costa Rica. Los granos se molieron y las fumonisinas fueron extraídas con metanol/agua destilada (75/25). El método inmunológico ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) fue utilizado para medir la concentración de fumonisinas.

El nivel de fumonisinas varió entre 3,9 ppb y 15.232 ppb. La concentración promedio en las 14 muestras de Alajuela, las 9 de Guanacaste y las 10 de la región Brunca fue de 618, 5.589 y 2.931 ppb, respectivamente. En total 9 muestras tenían concentraciones superiores a 1.000 ppb y 3 muestras concentraciones superiores a 10.000 ppb.

Algunos de los niveles encontrados en este estudio coinciden con los niveles de riesgo encontrados en otros países.

**Abstract:** The fungus *Fusarium moniliforme* is very common in tropical maize, and it is the causal agent of stalk and cob rot. Further more, this pathogen is able to produce toxins, among these the fumonisins that can cause a number of diseases in animals and human beings. The objective of this study was to determine the level of fumonisins in maize samples from Costa Rica.

Thirtyfour maize samples were recollected from the regions Alajuela, Guanacaste and Brunca in Costa Rica. The kernels were ground and the fumonisins were extracted with methanol/distilled water (75/25). The immunological method ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) was used to determine the fumonisin concentrations.

The level of fumonisins varied between 3,9 ppb and 15.232 ppb. The average concentration in the 14 samples from Alajuela, the 9 samples from Guanacaste, and the 10 samples from Brunca was 618, 5.589 and 2.931 ppb, respectively. In total, 9 samples had fumonisin concentrations superior to 1.000 ppb and 3 samples concentrations superior to 10.000 ppb.

Some of the levels found in this study coincide with risk levels found in other countries.

### Introducción

*Fusarium moniliforme* es uno de los patógenos más comunes en el maíz de los trópicos. Forma parte del complejo de pudrición de mazorca y tallo, principalmente junto con *Diplodia* spp. y otras especies de *Fusarium*. En Costa Rica se encuentra *F. moniliforme* en la semilla de maíz a un nivel de 30-100%. Dicho hongo ha sido reportado como uno de los patógenos más frecuentes en otros países tropicales (Marasas *et al.*, 1984; de León, 1984; Nelson, 1992).

*Fusarium* es uno de los géneros con mayor capacidad para producir toxinas. En 1988 se caracterizó un nuevo grupo de estas, las fumonisinas, producidas principalmente por *F. moniliforme* en maíz (Gelderblom *et al.*, 1988). Estas toxinas son muy tóxicas para seres humanos y animales.

El objetivo de este estudio fue determinar, por primera vez, el nivel de fumonisinas en maíz, en Costa Rica.

## **Materiales y métodos**

Se recolectaron 34 muestras de granos de maíz en las provincias Alajuela y Guanacaste, y en la región Brunca. Las de Alajuela fueron de la Estación Experimental Fabio Baudrit, mientras que las demás fueron de diferentes agricultores, excepto la muestra 24 que fue masa de maíz, un producto comercial de la empresa DEMASA S.A.

Los granos se molieron y las fumonisinas fueron extraídas con metanol/agua destilada (75/25), centrifugados, filtrados, y diluidos con PBS y metanol/PBS (10/90).

El método ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) fue utilizado para el análisis cuantitativo de las fumonisinas (producto comercial RIDASCREEN<sup>R</sup> Fumonisin Fast, R-Biopharm GmbH, Alemania).

Las muestras fueron aplicadas a 50 ml por hoyo (96 hoyos por placa) junto con 50 ml de fumonisina conjugada con una peroxidasa. La siguiente aplicación de sustrato y un cromógeno produce un color azul, cuya intensidad se lee como la absorbancia a 450 nm. Como este método es competitivo, la absorbancia es inversamente proporcional a la concentración de fumonisinas.

La concentración de fumonisinas en cada muestra representa el promedio de dos determinaciones.

## **Resultados.**

El nivel de fumonisinas en las 34 muestras examinadas varió entre 3,9 y 15.232 ppb (cuadro 1). En dos muestras (26 y 30) no se logró estimar la concentración exacta, porque la concentración era superior al límite de detección a la dilución dada (8.500 ppb).

La concentración promedio en las 14 muestras de Alajuela, las 9 de Guanacaste y las 10 de la región Brunca fue de 618, 5.589 y 2.931 ppb, respectivamente. El promedio de la región Brunca fue el mínimo, con 8.500 ppb en las muestras 26 y 30.

En total, 9 muestras tuvieron concentraciones superiores a 1 ppm (1.000 ppb) y 3 muestras superiores a 10 ppm (10.000 ppb).

## **Discusión y conclusiones.**

Existe gran variación en el contenido de fumonisinas en granos de maíz, tanto entre regiones, como dentro de ellas.

Alajuela tuvo el promedio más bajo, con una variación de 17 ppb a 6.392 ppb. Alajuela es una zona con una precipitación promedio anual de 2000 - 3000 mm.

Guanacaste tuvo el promedio más alto de las tres zonas, pero también tuvo el nivel más alto, 15.232 ppb, y más bajo, 3,9 ppb de todas las muestras. Guanacaste es la zona más seca de Costa Rica, con una precipitación anual de 1500 - 2500 mm.

La región Brunca es la más húmeda (precipitación promedio 2500 -4500 mm) y las muestras de maíz tuvieron un nivel de fumonisinas intermedio, y hubo gran variación entre las muestras, de 15 ppb a >8.500 ppb.

Costa Rica tiene un clima muy variado en cuanto a precipitación y temperatura. Su cercanía de los mares y su topografía irregular originan variaciones climáticas muy pronunciadas en distancias cortas.

*Fusarium moniliforme* ha sido reportado como un patógeno más grave en zonas secas que en húmedas. Este análisis de fumonisinas indica que su nivel en granos de maíz es mayor en Guanacaste (zona seca), pero debido a la gran variación climática dentro del país y el número limitado de muestras de cada zona, no es posible obtener conclusiones firmes sobre la distribución de fumonisinas en Costa Rica.

Para comprobar una posible correlación entre el nivel de fumonisinas en granos de maíz y problemas de salud animal o humana, es necesario efectuar exámenes toxicológicos, que hasta ahora no se han realizado en Costa Rica.

A pesar de la intensiva investigación, principalmente en EE.UU. y Sudáfrica sobre los efectos toxicológicos de las fumonisinas, no ha sido posible establecer niveles de riesgo seguros, especialmente para seres humanos. Sin embargo, el "Mycotoxin Committee of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians" de EE.UU. recomienda los siguientes niveles como indicadores de riesgo: caballos (5 ppm), cerdos (10 ppm) y pollos (50 ppm).

Algunos de los niveles encontrados en este estudio coinciden con los niveles de riesgo encontrados en otros países.

## Referencias

**Gelderblom, W.C.A., Jaskiewicz, K., Marasas, W.F.O., Thiel, P.G., Horak, R.M., Vleggaar, R., Kriek, N.P.J.** 1988. Fumonisin - Novel mycotoxin with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. *Appl. Environ. Microbiol.* 54. 1806 - 1811.

**de León, C.** 1984. Maize diseases: a guide for field identification. CIMMYT, Mexico. 64 - 69.

**Marasas, W.F.O., Nelson, P.E., Tousson, T.A.** 1984. Section Liseola. *Fusarium moniliforme*. In: *Toxigenic Fusarium Species. Identity and Mycotoxicology*. The Pennsylvania State University Press. University Park and London. 216 - 246.

**Nelson, P.E.** 1992. Taxonomy and biology of *Fusarium moniliforme*. *Mycopathologia* 117, 19 -36.

## **EXPERIMENTOS DE CAMPO CON *PASTEURIA PENETRANS* Y *VERTICILLIUM CHLAMYDOSPORIUM* COMO AGENTES POTENCIALES EN CONTROL BIOLÓGICO DE NEMATODOS.**

C. L. Smith,<sup>1</sup> S. R. Gowen<sup>2</sup> y J. M. Bourne<sup>3</sup>

**Abstract:** Root-knot nematodes in the genus *Meloidogyne* cause severe losses in several important annual and perennial crops. Biological control agents have shown potential (1) and could become an important part of a nematode management system, together with plant resistance, crop rotations and soil amendments, in subsistence agriculture. In association with investigators from Rothamsted and the University of Reading, small plot field trials to determine the potential of *Pasteuria penetrans* and *Verticillium chlamydosporium* applied singly and together, were begun in CATIE, Costa Rica. *V. chlamydosporium* survived in the soil for more than sixty days and colonized the root surface of lettuce plants, and the eggs of *Meloidogyne incognita*. *P. penetrans* also survived well in the soil and parasitized juveniles and female *M. incognita*. Further analysis of the results is required to determine the effects on the *M. incognita* population.

### **Introducción**

Mundialmente los nematodos del género *Meloidogyne* causan pérdidas importantes en varios cultivos como tomate, chile, frijole, café y lechuga. Los nematocidas son caros y por lo tanto generalmente no son utilizados por los pequeños agricultores. En su lugar, muchas veces se depende de métodos culturales y físicos, con rotaciones de cultivos.

Agentes de control biológico han demostrado su potencial. Un sistema de manejo de nematodos incluyendo resistencia de plantas, rotaciones de cultivos, emiendas del suelo y control biológico podría dar el control de nematodos necesitado por los pequeños agricultores.

Dos agentes, una bacteria, *Pasteuria penetrans*, y un hongo, *Verticillium chlamydosporium*, han demostrado mucho potencial contra *Meloidogyne* spp. (1) Estos agentes tienen diferentes modos de acción y crecimiento en el suelo. Investigaciones en Rothamsted (UK) han indicado que aplicaciones de los dos agentes juntos puede dar más control que uno agente solo.

En asociación con Investigadores de Rothamsted y la Universidad de Reading (UK) pruebas en pequeñas parcelas han empezado con *P. penetrans* y *V. chlamydosporium*.

### **Materiales y métodos**

Se estableció un experimento en el campo en la Estación Experimental "La Montaña" del CATIE, Turrialba, Costa Rica. El trabajo fue realizado en dos ciclos de siembra de lechuga, entre diciembre de 1994 y octubre de 1995. En el primer ciclo se ensayaron dos medios de cultivo de *V. chlamydosporium*. En el segundo ciclo se ensayaron *P. penetrans* y *V. chlamydosporium* solos y juntos, y dos dosis de *V. chlamydosporium*.

En el primer ciclo hubo tres tratamientos, con seis repeticiones cada uno, en un diseño completamente randomizado. Cada parcela tenía cinco surcos de seis plantas de lechuga de la variedad White Boston "Mantequilla". Los tratamientos fueron: 1) *V. Chlamydosporium* cultivado en un medio de harina de maíz y arena ( $1 \times 10^7$  chlamydo esporas en 2 lts de suelo /planta); 2) *V. chlamydosporium* cultivado en un medio de harina de

<sup>1</sup> ODA, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2</sup> Dept. of Agriculture, University of Reading, Earley Gate, P.O. Box 236, Reading RG6 2AT, UK.

<sup>3</sup> Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts. AL5 2JQ, UK.

cebada y arena ( $1 \times 10^7$  chlamydo esporas en 2 lts de suelo /planta); 3) Testigo. Todas las plantas fueron inoculados con juveniles y huevos de *Meloidogyne incognita* (750 /planta)

Cada dos semanas, los números de unidades formadoras de colonias (ufc) de *V. chlamydo sporium*, en muestras de suelo de cada parcela, fueron estimados usando un medio selectivo. Los parámetros medidos fueron: el índice de agallamiento; colonización de la superficie de raíz por el hongo; infección de los huevos; Número de hembras, J3/4, J2, y machos de *M. incognita* en las raíces; También, suelo de cada parcela fue sembrado con plantas de tomate, variedad Tropic, en potes en el invernadero como un bioensayo.

En el segundo ciclo hubo cinco tratamientos con cinco repeticiones cada uno, en un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron: 1) *V. chlamydo sporium* cultivado en un medio de harina de maíz y arena ( $1 \times 10^7$  chlamydo esporas en 2 lts de suelo /planta); 2) *V. chlamydo sporium* cultivado en un medio de harina de maíz y arena ( $2 \times 10^7$  chlamydo esporas /planta); 3) *P. penetrans* en polvo seco de raíces de tomate ( $5 \times 10^7$  esporas en 2 lts de suelo /planta); 4) Tratamientos 1) y 3) combinado; 5) Testigo. Todas las plantas fueron inoculados con juveniles y huevos de *Meloidogyne incognita* (500 /planta)

Los parámetros medidos fueron como en el primer ciclo, pero también se estimó el número de esporas de *P. penetrans* / g de raíz seca, y el porcentaje de hembras, y de juveniles en el suelo, de *M. incognita*, con esporas de *P. penetrans*.

## Resultados

En el primer ciclo *V. chlamydo sporium* cultivado en un medio de harina de Maíz sobrevivió e incrementó más en el suelo que *V. chlamydo sporium* cultivado en un medio de harina de cebada. Hubo poca colonización de la superficie de la raíz, y de los huevos de *M. incognita*. En el segundo ciclo hubo mucho más colonización. También esporas de *P. penetrans* fueron encontrados dentro algunas de las hembras y pegados a la cutícula de juveniles en el suelo. Los resultados necesitan más análisis para determinar si hubo efecto sobre las poblaciones de *M. incognita*

## Discusión y Conclusiones

Hasta que el análisis de los resultados esté completo, las conclusiones solo pueden ser preliminares. *V. chlamydo sporium* sobrevivió en el suelo por más que sesenta días, y colonizó la superficie de las raíces de plantas de lechuga y los huevos de *M. incognita*. *P. penetrans* también sobrevivió en el suelo y parásito juveniles y hembras de *M. incognita*.

## Literatura citada

(1) Davies, K.G., Leij, de F.A.A.M. and Kerry, B.R., 1991. Microbial agents for the biological control of plant-parasitic nematodes in tropical agriculture. *Tropical Pest Management*, 37(4), 303-320.

## EVALUACION DE DIFERENTES FORMULACIONES DE *BEAUVERIA BASSIANA* PARA EL CONTROL DE *SITOPHILUS ZEAMAI* EN MAIZ ALMACENADO

E.Hidalgo<sup>1</sup>

**Abstract:** A series of conidial formulations of *Beauveria bassiana* (dustable powder, oil solutions and a novel hydrogenated rapeseed oil-pellet formulation) were tested against *Sitophilus zeamais* in stored maize to study their potential use in the control of stored grain pests. Mineral oil (Shellsol) and corn oil alone and with *B.bassiana* at a concentration of  $10^9$  conidia/ml gave good control of the pest but gave an oily appearance to the grain. The powder formulation showed good potential with up to 90% control after 15 days at 25°C with an application of 20 g of powder per Kg of maize ( $10^9$  con/g), and 77.5% with a dose of 5 g/Kg. The efficacy of oil sprayed to control *S.zeamais* on porous store surfaces was increased with the addition of *B.bassiana* conidia, mortality levels increased with an increase in the concentration of conidia.

### Introducción

*Sitophilus zeamais* (Coleoptera; Curculionidae) es una plaga de importancia económica ampliamente distribuida en regiones cálidas, reduciendo el peso de granos almacenados hasta en un 18.3% y disminuyendo la calidad del producto. El uso de agentes químicos para prevenir o controlar infestaciones de este insecto ha sido, hasta el presente, la más simple y efectiva forma de manejo. Sin embargo, el uso de insecticidas convencionales puede resultar en la presencia de residuos en el grano y en el desarrollo de resistencia a estos productos (1). Nuevos agentes de control como alternativas o para incluirlos en programas de manejo integrado de esta plaga están siendo considerados.

El tratamiento de maíz almacenado con conidias de *B.brongniartii* contra *S.zeamais*, fue estudiado por Rodrigues y Pratisoli (2) observando un nivel de protección efectivo por 6 meses. Mas recientemente, Kassa (3) investigó la virulencia de un grupo de aislamientos de *B.bassiana* contra *S.zeamais* encontrando algunos de ellos con potencial para ser usados en el control de esta plaga.

El objetivo de este trabajo fue probar la eficiencia de conidias de *B.bassiana* en diferentes tipos de formulación, para el control de *S.zeamais* en granos almacenados.

### Materiales y métodos

Conidias de *B.bassiana* secadas al ambiente (25°C durante 7 días) fueron formuladas a concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/g (ml) en tres diferentes formas: 1. Polvo esparcible con talco y un agente humectante para disminuir la deriva de conidios. 2. Gránulos de aceite de canola hidrogenado. 3. Suspensión en aceite mineral (Shellsol) y mezcla de Shellsol (75%) y aceite de maíz (25%).

Muestras de las formulaciones fueron almacenadas a 4°C y 25°C para determinar la persistencia del inóculo bajo esas condiciones. Pruebas de germinación fueron realizadas a los 0, 15, 30 y 45 días de almacenaje. Adultos de *S.zeamais* fueron expuestos a una dosis alta de las formulaciones durante 24 horas e incubados en platos petri con papel filtro humedecido para determinar la virulencia del inóculo formulado. Un bioensayo fue montado para determinar la eficiencia de las formulaciones aplicadas a razón de 20 y 5 g (ml) por kilogramo de maíz y comparado con una aplicación equivalente de los agentes de formulación sin conidias. El experimento fue corrido durante 15 días a 25°C con observaciones diarias. Tres diferentes tipos de superficie comunmente encontradas en cilos o bodegas de grano (concreto, hierro galvanizado y polipropileno) fueron aplicados con aceite mineral (Shellsol), mezcla de Shellsol y aceite de maíz (25%) y soluciones de conidias en los mismos aceites a concentraciones de  $10^9$  y  $10^7$  conidia/ml. para comparar sus propiedades insecticidas. Adultos de *S.zeamais* fueron colocados 24 horas después de la aplicación de los contenedores y la mortalidad fue evaluada diariamente durante 7 días.

<sup>1</sup> Entomólogo. Proyecto NRI. Unidad de Fitoprotección. CATIE.

## Resultados

En la prueba de persistencia de formulaciones en almacenamiento no se observó diferencia significativa en viabilidad a los 15 días, pero sucesivas pruebas mostraron una fuerte reducción en la germinación de conidios almacenadas en Shellsol, pasando de 94% (en día cero) a 77% en el tratamiento a 4°C y 55.3% a 25°C, mientras la formulación en talco mostró 84.7 y 83.3% y los gránulos de aceite hidrogenado mostraron 92.3 y 91.3% de germinación, después de 45 días bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

En la prueba de exposición directa de *S.zeamais* a las formulaciones, se observó un 100% de mortalidad después de 9 días en todas las formulaciones. Sin embargo, la velocidad de acción fue mayor en el tratamiento con gránulos de aceite hidrogenado, alcanzando la mortalidad total 7 días después de la aplicación. Pruebas de aplicación de formulaciones y agentes de formulación (talco, aceite de maíz y Shellsol) al maíz infestado artificialmente con *S.zeamais*, demostró una alta toxicidad de los aceites contra el insecto. Tratamientos con 20 ml/Kg de maíz, Shellsol y Shellsol + aceite de maíz provocaron 100% y 85% de mortalidad, igualando o superando la mortalidad obtenida con la solución de conidios en aceite. La mortalidad en tratamientos con 5 ml/Kg no superó el 25%, y en los tratamientos con gránulos de aceite de canola hidrogenado el mayor porcentaje de mortalidad observado fue de 31.25% y 21.25% con las dosis de 20 y 5 g/Kg respectivamente. La mayor expresión de mortalidad debido a *B.bassiana* fue observada en tratamientos con formulación en polvo, en los cuales se obtuvo 90 y 77.5% de control, después de 15 días con las dosis de 20 y 5 g/Kg respectivamente, difiriendo significativamente ( $P > 0.001$ ) con la mortalidad observada en tratamientos con aplicación de talco sin conidias.

No hubo diferencia significativa en efectividad de control de *S.zeamais* en superficies no absorbentes (hierro galvanizado y polipropileno) entre la aplicación de Shellsol puro y mezcla con aceite de maíz y soluciones de conidios en los mismos aceites, alcanzando mortalidades entre 65 y 100%. La mortalidad causada por los aceites en la superficie porosa (concreto) fue alrededor de 45% mientras que las soluciones de conidios a concentraciones de  $10^7$  y  $10^9$  dieron 69 y 89.7% respectivamente.

## Discusión y conclusiones

De acuerdo con los resultados observados en la prueba de persistencia de formulaciones en gránulos de aceite hidrogenado y polvo mantienen una alta viabilidad durante el almacenaje, tanto a 4°C como a 25°C, pero es necesario estudiar su comportamiento bajo periodos mas largos de almacenamiento.

La aplicación de aceite y formulaciones en aceite en dosis de 20 ml/Kg de maíz brindaron un buen nivel de control, pero el aspecto aceitoso y cambio de olor en el grano difícilmente sería aceptado por los consumidores. La mortalidad observada en tratamientos con gránulos de aceite de canola hidrogenado fueron los más bajos, posiblemente por problemas de distribución del inóculo entre los granos de maíz, mientras que la formulación en polvo mostró niveles de control de hasta un 90% con dosis de aplicación de 20 g/Kg y 77.5% con 5 g/Kg. Esta formulación fue la mas exitosa y podría tener potencial en granos o semillas almacenadas.

## Literatura citada

- Adams, J.M. (1976) Weight loss caused by development of *Sitophilus zeamais* (Motsch) in maize. *Journal of Stored Product Research* **12**, 269 - 272.
- Rodrigues, C. and Pratisoli, D. (1990) Pathogenicity of *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. and *Metarhizium anisopliae* (Mols.) Sorok. and its effect on corn weevil and bean beetle. *Annals of the Entomological Society of Brazil*. **19**, 302 - 306.
- Kassa, A. (1994) Selección de cepas de *Beauveria bassiana* para el control de *Sitophilus zeamais* en granos almacenados. Tesis de maestría. Imperial College at Silwood Park, Inglaterra.

## **EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DEL SUELO      SOBRE LA REGENERACION NATURAL EN UN BOSQUE SECUNDARIO**

J.N. Granados, I. Hutchinson, P. Ferreira, B. Finegan, P. Martín

**Summary:** This study was carried out in a natural secondary forest at Pilar de Cajón, Pérez Zeledón, Costa Rica. It compared the effects on natural regeneration (though consequences for seed dispersal, germination and seedling establishment) of silvicultural treatments of the understorey and the soil surface, including the raking off of leaf litter and prescribed burning. The study lasted for 5 months, starting in March 1995 and finishing in July of the same year.

Experimental results indicated that prescribed burning had a marked positive effect on the natural regeneration of valuable species, creating conditions superior to those of both raked plots and untreated control plots.

**Resumen:** Este estudio se llevó a cabo en un bosque natural secundario en Pilar de Cajón, Pérez Zeledón, Costa Rica. Consistió en comparar el efecto en la regeneración natural (consecuencias por dispersión de semillas, germinación y establecimiento de plantas) que los tratamientos silviculturales bajo dosel tienen sobre la superficie del suelo, comprendiendo el rastrillado de la hojarasca y la quema prescrita. El estudio tuvo una duración de 5 meses, se inició en marzo de 1995 y finalizó en julio del mismo año.

Los resultados experimentales indicaron que la quema prescrita tiene un efecto positivo marcado en la regeneración natural de especies valiosas, creando condiciones superiores a las parcelas donde se aplicó la remoción de hojarasca con rastrillo y el testigo.

### **Introducción**

Haig, Huberman y Din (1959) han observado que el suelo desnudo es favorable a la regeneración natural. Efectos similares pueden conseguirse mediante perturbaciones tales como aplicación de fuego o remoción de hojarasca con rastrillo (Bawa 1973)

En bosques secundarios, la quema prescrita puede ser usada como un tratamiento silvicultural en áreas pequeñas en donde hay una adecuada dispersión de semillas de especies valiosas, donde la acumulación de hojarasca sobre la superficie del suelo parece reducir la germinación y el subsecuente establecimiento de plantas. La quema prescrita potencialmente permite la manipulación de la sucesión a favor de especies valiosas, preparando un almacigo natural para la germinación y establecimiento de plantas, aunque después de que se obtiene la regeneración, la quema puede ser eliminada por varios años conforme esta crece y se desarrolla.

Concerniente al rastrillado de la hojarasca, este tratamiento puede ser usado en las mismas condiciones que la quema y con similares resultados, aunque en este estudio, la proporción de especies valiosas entre la regeneración estimulada por el tratamiento no fue tan grande como en el tratamiento de quema.

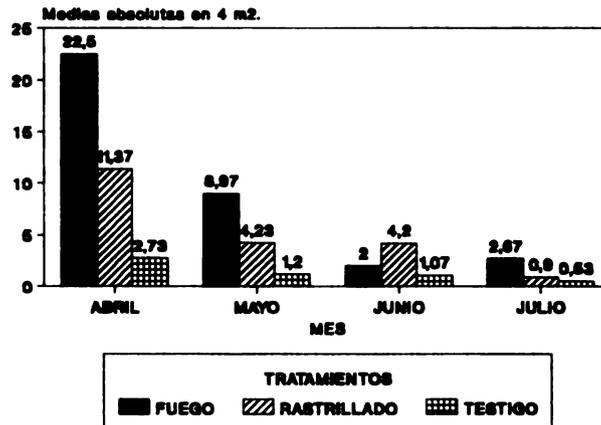
La presente investigación tiene como objetivo contribuir al estudio silvicultural sobre los efectos que tienen los tratamientos del suelo bajo dosel: Fuego superficial controlado y remoción de hojarasca con rastrillo, al exponer el suelo mineral a la diseminación, germinación y establecimiento de regeneración en el bosque secundario de Pilar de Cajón, Pérez Zeledón, San José, Costa Rica.

### **Materiales y métodos**

El estudio se estableció bajo condiciones naturales en un diseño de bloques al azar, formado por 30 repeticiones de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), distancia entre repeticiones 10 m. 2 tratamientos: remoción de hojarasca con rastrillo y testigo y 60 unidades experimentales de 4 m<sup>2</sup> (2 x 2 m). El estudio se inició en marzo y finalizó en julio del presente año (1995). Estos tratamientos, fueron comparados con la aplicación de fuego superficial controlado en un área aproximada de 360 m<sup>2</sup> en 30 parcelas de 4 m<sup>2</sup>.

## Resultados

El análisis de varianza realizado en el diseño de bloque al azar y la comparación de medias con una prueba de significancia al 5%, permitió establecer que existe diferencia significativa entre los valores medios de los tratamientos, siendo el fuego superficial controlado el que propició los mejores resultados durante el estudio con medias de 22,5 8,97 2,0 y 2,67 plántulas por 4 m<sup>2</sup> para los meses de abril, mayo, junio y julio. Seguido por la remoción de hojarasca con rastrillo con medias de 11,37 4,23 4,2 y 0,9. La siguiente grafica presenta la media de plantas germinadas en 4 m<sup>2</sup> observadas durante la investigación.



Grafica 1. Medias de tratamientos comparados mediante prueba "t" de nivel 5%.

## Discusión y Conclusiones

El fuego superficial controlado bajo dosel puede utilizarse como un tratamiento silvicultural en áreas pequeñas dentro de los bosques secundarios, en donde se han realizado tratamientos de dosel, existe diseminación de semillas de especies de valor comercial, acumulación de hojarasca, poca germinación y lento establecimiento de plantas o donde la regeneración no presente especies o un número significativo de individuos de interés comercial.

Referente a la remoción de hojarasca con rastrillo como una segunda alternativa, puede utilizarse en las mismas condiciones que el fuego. Sin embargo puede aumentar la población ya existente, con nuevos individuos, que en algunos casos no son de interés económico. Convirtiéndose ambos tratamientos en una herramienta que potencialmente permiten guiar la sucesión favorablemente, preparando un almácigo natural al establecimiento y germinación de plantas de interés económico, dejándose luego un periodo de varios años para volverse a aplicar. Sin embargo, se sugiere que la eficacia del fuego como tratamiento silvicultural se pruebe en otros sitios con bosque secundario.

## Literatura citada

BAWA, K. 1973. Reproductive methods of tropical lowland trees. Trabajo presentado en la reunión Continental sobre la Ciencia y el Hombre. CONACYT. AAAS.

HAIG, I. T.; HUBERMAN, M. A.; DIN, U. 1959. Silvicultural tropical. FAO, Roma, Italia. 208 p.

## **DIVERSIDAD GENÉTICA EN ECOSISTEMAS DE BOSQUES HÚMEDOS TRÓPICALES FRAGMENTADOS Y MANEJADOS: PRINCIPIOS BÁSICOS Y OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN EN CATIE.**

Bryan Finegan y José Joaquín Campos A.

La biodiversidad del planeta está siendo deteriorada con una rapidez como nunca antes había experimentado la humanidad. La mayor parte de esta pérdida de biodiversidad se da en los bosques tropicales, que a pesar de cubrir apenas alrededor del 7% del planeta, albergan entre 50% a 90% de la misma (WRI, UICN, PNUMA, 1992).

Se estima que 17 millones de hectáreas de bosques tropicales son destruidas anualmente; a ese ritmo, entre 5% y 10% de las especies de estos ecosistemas podrán verse extintas en los próximos 30 años (WRI, UICN, PNUMA, 1992). Es ampliamente reconocido que la causa principal de este fenómeno ha sido la expansión de la frontera agrícola, movida por una cultura y políticas de tenencia y uso de la tierra que no atribuyen el debido valor al bosque natural, sino que más bien, favorecen la conversión de estos a tierras agrícolas y ganaderas

La pérdida de especies y ecosistemas impone amenazas para la diversidad genética. A escala mundial se estima que unas 492 poblaciones genéticamente distintas de especies de árboles están en peligro (WRI, UICN, PNUMA, 1992).

En regiones como América Central la amenaza de efectos disgénicos en las poblaciones de árboles podría ser aún mayor si se considera que gran parte de los bosques remanentes muestran niveles elevados de deterioro y fragmentación.

A pesar de la urgente necesidad de conservar la biodiversidad de los bosques tropicales, esta *per se* no ha tomado el impulso necesario debido principalmente a que sus beneficios son en gran medida vistos como "públicos". La Estrategia Global para la Conservación de la Biodiversidad (WRI, UICN, PNUMA, 1992) establece tres elementos básicos para la conservación de la biodiversidad: "salvar la biodiversidad, estudiarla y usarla en forma sostenible y equitativa".

El manejo sostenible de los bosques naturales, que incorpore técnicas y restricciones para asegurar el mínimo impacto no solo a la biodiversidad, sino también al agua y los suelos, podría ser un medio efectivo para conservar la biodiversidad de estos bosques, especialmente en terrenos de dominio privado. Sin embargo, es claro que para que esta propuesta tenga éxito debe tenerse presente que el manejo forestal debe competir con los usos tradicionales de la tierra.

Las investigaciones que el CATIE ha desarrollado en el manejo de bosques naturales han logrado reducciones significativas en el impacto ambiental causado por las operaciones silviculturales. Una práctica que se está aplicando en algunos bosques es dejar en pie una parte de la masa forestal comercial, con el fin de servir como fuentes para la regeneración del bosque y para la protección de la biodiversidad. Ahora, el CATIE ha considerado oportuno iniciar investigaciones sobre los diferentes factores que afectan la diversidad genética de las especies arbóreas en bosques bajo manejo

El CATIE es una institución regional líder en América Tropical en investigación y desarrollo de manejo de bosques naturales por parte de los propios dueños de bosques. En el contexto de un aumento en la fragmentación y perturbación de los bosques tropicales americanos, una verdadera base científica para el manejo sostenible de los bosques naturales tropicales, para los cuales su desarrollo es uno de los principales objetivos del CATIE, debe eventualmente incluir el conocimiento del impacto a nivel genético, tanto de la fragmentación de los bosques como del aprovechamiento de sus diferentes productos.

Los principales objetivos de este documento son dar a conocer la investigación del CATIE en manejo de bosques naturales llamando la atención de la urgente necesidad de complementar esta investigación con estudios de genética forestal, e identificar oportunidades de colaboración en esta investigación

La mayor parte de los bosques disponibles para el manejo se caracterizan por un alto grado de fragmentación y por supuesto, por una historia de intervención humana en esos fragmentos. Los efectos genéticos de la fragmentación de bosques pueden incluir (Young, 1995):

- el "efecto de muestreo" en la constitución genética de las poblaciones en los fragmentos de bosques, debido a patrones no aleatorios de la conversión de bosques y la estructura genética espacial en las poblaciones de especies individuales;
- formación de cuellos de botella;
- alteración de los patrones de flujo de genes, apareamiento y selección.

Los efectos genéticos del aprovechamiento selectivo de productos maderables que se practica usualmente en los bosques húmedos tropicales, son menos claros y deben todavía cuantificarse, pero podrían incluir la selección para genotipos de menor calidad desde el punto de vista comercial (selección disgénica) y el incremento en la endogamia (Ledig, 1992; Murawski *et al.*, 1994). Las formas de aprovechamiento selectivo están definidas por guías para el manejo sostenible de los bosques tropicales. Es necesario por lo tanto, el estudio de los efectos genéticos de este aprovechamiento.

La Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE está actualmente consolidando una red de sitios clave para la investigación de largo plazo en aspectos ecológicos, silviculturales y operacionales del manejo de bosques naturales. Cada sitio ofrece a los investigadores colaboradores lo siguiente:

- un área de investigación que consiste de bosques manejados para producción de madera bajo criterios estrictos de sostenibilidad;
- parcelas de medición permanente intensamente estudiadas en las cuales se documenta la respuesta del bosque al manejo en términos de crecimiento, rendimiento, regeneración natural y biodiversidad de las especies vegetales;
- fácil acceso y seguridad garantizada.

El CATIE actualmente maneja cinco de estos sitios claves, todos ellos en Costa Rica, incluyendo bosques primarios y secundarios de tierras bajas y altas. En el futuro cercano se espera agregar a esta red sitios claves en Nicaragua, Honduras y Guatemala. Más adelante se espera incorporar sitios de la Cuenca Amazónica. En el área de investigación colaborativa de recursos genéticos arbóreos, se han establecido contactos preliminares e intercambiado información con el World Conservation Monitoring Centre. Sin embargo, aún quedan preguntas importantes para responder sobre recursos genéticos forestales, entre las cuáles están las siguientes:

- cuáles son los efectos de la fragmentación y/o aprovechamiento selectivo de los bosques en la viabilidad de las poblaciones de especies arbóreas?
- cuál es el valor de los bosques fragmentados y/o manejados para la conservación *in situ* de los recursos genéticos de especies agrícolas tales como *Annona spp* o *Theobroma spp*?
- pueden desarrollarse técnicas de manejo forestal que minimicen la degradación genética de las poblaciones de las especies comerciales en bosques manejados y que optimicen el valor de los bosques fragmentados y/o manejados para la conservación *in situ*?

Se invita a los participantes a este simposio a contactarnos con el fin de desarrollar propuestas de investigación conjunta en este campo de vital importancia para la sostenibilidad de los bosques tropicales.

## **Bibliografía**

Ledig, F.T. (1992) Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems. **Oikos** 63. 87-108.

Murawski, D.A., Gunatilleke, I.A.N.M., Bawa, K. (1994) The effects of selective logging on inbreeding in *Shorea megistophylla* (Dipterocarpaceae) in Sri Lanka. **Conservation Biology** 8, 997-1002.

WRI, UICN, PNUMA. (1992) Estrategia global para la biodiversidad. Pautas de acción para salvar, estudiar y usar en forma sostenible y equitativa la riqueza biótica de la Tierra. 243 p.

Young, A. (1995) Forest fragmentation: effects on population genetic processes. Documento presentado en el XX Congreso Mundial de IUFRO, Tampere, Finlandia, Agosto, 1995.

## DISTRIBUCION DE *Quassia amara*, UN ARBUSTO INSECTICIDA NATURAL, EN COSTA RICA

Roger Villalobos, Rafael Ocampo, Daniel Marmillo

**Summary:** Natural populations of *Quassia amara* are found in Costa Rica below 450 meters above sea level in wet and moist tropical forests, wet and moist basal transition premountain forests and tropical dry forests. The presence of *Q. amara* is not correlated with particular soil or geologic conditions. The species grows in areas with annual precipitation levels below 5500 mm, due to drainage limitations and light availability. In areas with less than 2500 mm annual precipitation, the shrub is found exclusively in riparian forests. Greater densities in less rainy regions are attributed to higher solar brightness. In forests with higher precipitation, the species prefers topographic conditions with better light exposure.

### Introducción

*Quassia amara*, arbusto del bosque húmedo tropical de la familia Simaroubaceae, es usado para la elaboración de insecticidas naturales desde el siglo pasado, y extractos medicinales desde antes de la colonia, debido a la presencia de metabolitos amargos, o cuasinoídes, llamados cuasina y neocuasina, en sus tejidos.

Se estudió la distribución de *Q. amara* en Costa Rica y su relación con factores ambientales con el fin de determinar los requisitos ecológicos de la especie.

### Materiales y métodos

Se determinó la presencia de poblaciones naturales de *Q. amara* con base en la información de literatura, dendrólogos y herbarios. Se analizó su ubicación en cuanto a: zona de vida (según Bolaños y Watson, 1993), clima (según Herrera, 1985), asociación de suelo (según Pérez *et al*, 1978), formación geológica (según Sandoval *et al*, 1982), y ámbito de precipitación y pendiente promedio (según la base de datos del centro de cómputo del CATIE).

Para estudiar la distribución de *Q. amara* en el bosque y su relación con las formaciones vegetales, la iluminación recibida y la topografía, se implementaron en 8 sectores del país transectos de medición de 1 km de longitud o que incluyesen al menos 300 individuos. A lo largo del transecto se ubicaron parcelas circulares de medición cuyo tamaño varió entre 10 y 100 m<sup>2</sup> y su distanciamiento entre 8 y 25 m en función de las densidades encontradas.

Se comparó el contenido de cuasinoídes en arbustos de regiones climáticas contrastantes dentro del ámbito de distribución de la especie, determinando previamente su variación según la madurez ontogénica de la madera.

### Resultados y discusión

Se determinó la presencia de poblaciones naturales de *Q. amara* exclusivamente en regiones por abajo de 450 msnm, en zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo tropical, bosque húmedo y muy húmedo premontano transición a basal y bosque seco tropical.

No se observó tendencias que relacionen las asociaciones de suelo, la pendiente promedio o la formación geológica de las áreas con la presencia de *Q. amara*. La especie se presenta en todos los niveles de precipitación media anual existentes en las zonas bajas del país, con excepción de las áreas con más de 5500 mm de precipitación media, lo cual se relacionó con limitaciones de drenaje y de disponibilidad de luz. En las zonas con menos de 2500 mm la especie se encontró exclusivamente en el bosque de galería de algunos ríos y quebradas, lo cual demuestra su necesidad de niveles mínimos de humedad en el suelo y su incapacidad para tolerar épocas prolongadas de sequía.

En el Pacífico Norte y Central del país, densidades de hasta 14000 arbustos/ha fueron observadas en aglomerados del bosque de galería; 6000 arbustos/ha en el bosque húmedo de la Subvertiente Norte, en la frontera con Nicaragua, y 1800

arbustos/ha en el sector más lluvioso estudiado, en el Pacífico Sur del país. Las mayores densidades encontradas en sitios menos lluviosos se atribuyeron a los mayores valores de brillo solar existentes, debido al estímulo de la luz, necesario para promover la floración de la especie.

En bosques húmedos y muy húmedos, se determinó la preferencia del arbusto por áreas de ladera y formaciones topográficas que facilitarían su iluminación. Las densidades fueron mayores en el bosque secundario, donde la intervención del hombre fomenta la exposición a la luz de arbustos que funcionaron como padres de posteriores aglomerados.

No se encontró diferencia en el contenido de cuasina de la madera de muestras de las localidades de estudio, aunque sí en el contenido de neocuasina. Previamente se encontró un mayor contenido de cuasina y neocuasina en la madera seca de ramas más gruesas de *Q. amara*, con promedios de contenido 0,28, 0,20, 0,16, y 0,14 %, para ramas de más de 4,5 cm, 3,0 a 4,5 cm, 1,5 a 3,0 cm y menos de 1,5 cm de diámetro respectivamente.

El porcentaje medio de neocuasina en la madera de ramas delgadas de arbustos de un sector lluvioso en el Atlántico Sur fue de 0,08%, mientras que en un sector de bosque de galería, en el bosque seco de la región Pacífico Norte, fue de 0,03%. Es probable que en sitios donde la luz solar durante el año y el contenido de humedad del suelo no son limitantes, la prioridad fisiológica de la especie es destinar sus nutrientes al crecimiento vegetativo y no a la producción de sustancias de defensa como los cuasinoides.

El principal condicionador de la distribución natural de *Quassia amara* en Costa Rica es la altitud, seguido de la humedad del suelo y el brillo solar, que afecta más la densidad que la presencia de agregados de cuasia. El arbusto suele formar parches de distinto tamaño, con una densidad variable dentro de los mismos en función de condiciones microambientales dadas a través del tiempo.

Los resultados de este estudio servirán como base de sistemas de manejo comercial de *Q. amara*, donde se promueva su regeneración natural manejando el dosel, se practiquen sistemas de cosecha tendientes a la obtención de ramas gruesas y se promueva la producción del arbusto en las áreas ecológicamente más favorables.

## Literatura citada

- BOLAÑOS, R.A.; WATSON, V. 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica. Según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. San José. Centro Científico Tropical. Esc. 1:200000. Color.
- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica. In L.D. Gómez. Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 2. Universidad Estatal a Distancia. San José. 118 p.
- PEREZ, S.; RAMIREZ, E.; ALVARADO A. 1978. Mapa preliminar de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Oficina de Planificación sectorial agropecuaria. 1:200000. Color.
- SANDOVAL, L.F.; SAENZ, R.; ACUÑA, J.; CASTRO, J.; GOMEZ, M.; LOPEZ, A.; MEDEROS, B.; MONGE, A.; VARGAS, J.; FERNANDEZ, T.; ULATE, R.; RAMIREZ, C. 1982. Mapa Geológico de Costa Rica. San José, Ministerio de industria energía y minas. Dirección de geología, minas y petróleo. Esc. 1:20000. Color.
- VILLALOBOS, R. 1995. Distribución de *Quassia amara* L. ex Blom en Costa Rica, y su relación con los contenidos de cuasina y neocuasina (insecticidas naturales) en sus tejidos. Tesis M.Sc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 174 p.

## IMPACTO DE UN APROVECHAMIENTO MADERERO SOBRE RECURSOS NO MADERABLES EN EL BOSQUE PETENERO: CASO DEL BAYAL (*Desmoncus spp*)

Juventino Gálvez, Daniel Marmillod

**Summary:** The impact of a timber harvest on the *Desmoncus spp.* population, a non timber resource in Petén forest, is discussed in this paper. Adult plants are most affected by logging and the construction of forest road and log landings. Rhizome tissues sprout well and young stems grow rapidly in disturbed, well-lit places; population recovers to its original state. Spatial distribution continues to aggregate.

### Introducción

El bosque latifoliado de Petén es objeto de uso diversificado: extracción maderera, cosecha de látex de chicozapote (*Manilkara sp.*), frutos de pimienta (*Pimenta dioica*), hojas de xate (*Chamaedorea spp.*) y con tendencias crecientes, uso de fibras de bayal (*Desmoncus spp.*). La existencia de estos recursos y la presencia de grupos humanos involucrados en su cosecha son dos razones suficientes para pensar en un enfoque de manejo diversificado que garantice su coexistencia permanente. Aparentemente no existen razones de peso que impidan combinar la extracción de madera con el mantenimiento de los productos no maderables. No obstante, la inclusión de ellos en un modelo de manejo diversificado requiere, por un lado, el conocimiento de variables ecológicas y biológicas de las especies de interés y por otro, de la respuesta de tales variables a las intervenciones de manejo que provocan disturbios tal como el aprovechamiento de las maderables.

Con el propósito de esclarecer las posibilidades de manejo de un mayor número de especies maderables y no maderables, se presenta aquí el caso del bayal que ha sido monitoreado en un sitio que fue objeto de un aprovechamiento forestal maderero. El análisis metodológico y de resultados se ha desarrollado alrededor de las siguientes preguntas:

¿Cuál es el impacto en la abundancia del recurso tanto a nivel de población como a nivel de subpoblación productiva?

¿Se ve modificado el patrón de distribución espacial de la especie a causa de la intervención?

¿Son irreversibles los impactos negativos si es que los hay?

### Metodología

#### *Descripción del recurso y el aprovechamiento maderero*

El bayal, único género de palmas trepadoras de América, es una planta rizomatosa formada por un número variable de tallos (1-14 y más) largos y delgados generalmente espinosos que alcanzan el estrato medio del bosque cuando maduran. De estos se obtiene la fibra con la cual se fabrican diversos productos artesanales.

El aprovechamiento "mejorado" se ejecutó en un área de 42,5 ha siguiendo criterios de mínimo impacto al ecosistema. Se tumbaron 62 árboles de 10 especies maderables que sobrepasaron el dmc establecido, lo cual equivale a 1,4 árboles/ha, 5,5 m<sup>3</sup>/ha y 0,43 m<sup>2</sup>/ha (1,6% del área basal inicial total, 12% del área basal de las especies maderables de interés con dap ≥ 10 cm).

#### *Evaluación del impacto en el bayal*

La evaluación está basada en variables observadas 0,5 años antes y 1,1 años después del aprovechamiento, en 21 parcelas permanentes de control de 0,25 ha cada una, seccionadas en cuadrículas de 100 m<sup>2</sup>. Aquí se presenta únicamente un análisis comparativo de la estructura poblacional en situaciones pre- y post-aprovechamiento, verificando la significancia estadística a través de una prueba "t" para medias dependientes. Las estimaciones se realizaron a nivel global y para

grupos de cuadrículas con y sin disturbio evidente del aprovechamiento. La distribución espacial se evaluó ajustando pruebas de  $\chi^2$  correspondientes a distribuciones binomial negativa y de Poisson.

## Resultados

### *Impacto en la abundancia*

Un 8% del area total aprovechada resultó afectada por claros de tumba, patios de acopio y red de caminos. La abundancia global pre-aprovechamiento del bayal era de 415 plantas/ha, de las cuales el 42% eran plantas establecidas, es decir, contaban al menos con un tallo mayor de 0,5 m. La situación posterior muestra una abundancia global de 318 plantas/ha con un 49% de plantas establecidas (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estructura demográfica de la población de bayal en situaciones previa y posterior al aprovechamiento maderero (plantas/ha con base en una muestra de 5,25 ha)

SITUACION	ESTADOS DE DESARROLLO				PLANTAS ESTABLECIDAS
	regeneración	juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	237.0	87,2	48.6	42,3	178.1
post-aprovechamiento	161.7**	92,8 <sup>ab</sup>	37.3**	26.5**	156.6*

Significancia [t]: \*95% \*\*99%

La estructura poblacional se mantiene con la misma tendencia: disminuye el numero de individuos conforme las plantas son adultas. La reducción global encontrada es del 23,3% de la población original y de solo un 12% del total de plantas establecidas. A excepción del grupo de las juveniles, todos muestran diferencias significativas en la abundancia. Considerando que el área analizada no fue sistemáticamente disturbada cabe la duda por un lado, sobre el verdadero impacto de la intervención y por otro sobre las oscilaciones naturales en la abundancia. Por esta razón y para controlar más convenientemente el efecto del aprovechamiento maderero desarrollamos el mismo análisis comparativo para dos conjuntos de cuadrículas de 100 m<sup>2</sup> diferenciados por la presencia de disturbio directo después del aprovechamiento: el primer grupo de 411 (4,11 ha) sin disturbio directo y el segundo de 114 (1,14 ha) con disturbio directo provocado por la tumba, pistas o patios de acopio (cuadros 2 y 3).

**Cuadro 2.** Estructura demográfica de la población de bayal para sitios sin disturbio directo post-aprovechamiento (plantas/ha con base en una muestra de 4,11 ha)

SITUACION	ESTADOS DE DESARROLLO				PLANTAS ESTABLECIDAS
	regeneración	juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	221.8	82.4	51.2	43.8	177.4
post-aprovechamiento	166.4**	85.3 <sup>ab</sup>	39.7*	30.4*	155.4*

Significancia [t]: \*95% \*\*99%

**Cuadro 3.** Estructura demográfica de la población de bayal en sitios estrictamente disturbados por el aprovechamiento (plantas/ha con base en una muestra de 1,14 ha)

SITUACION	ESTADOS DE DESARROLLO				PLANTAS ESTABLECIDAS
	regeneración	juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	316,4	108,6	40,5	42,8	191,9
post-aprovechamiento	190,0 <sup>ns</sup>	132,8 <sup>ns</sup>	39,0 <sup>ns</sup>	11,8 <sup>*</sup>	146,6 <sup>ns</sup>

Significancia [t]: \*95% \*\*99%

Los resultados del cuadro 2 siguen la misma tendencia que en el cuadro 1: la población de bayal tiende a disminuir naturalmente. No sabemos si la disminución es temporal y si está asociada a contingencias climáticas, pero es evidente una disminución significativa de plantas de regeneración y adultas. En ambos casos la reducción puede ser explicado por dos posibles razones: la mortalidad y el cambio en el estado de desarrollo. Respecto a la regeneración, muere un número importante de individuos no establecidos mientras que otros crecen y se transforman en juveniles. En el caso de las adultas en reposo (constituidas solo por tallos mayores de 5 m), la planta desaparece solo si mueren todos sus tallos existiendo la posibilidad de regeneración después de algún tiempo. Al contrario, si de las adultas en crecimiento (con tallos mayores a 5 m y por lo menos uno pequeño) desaparecen los tallos maduros pero sobreviven los jóvenes solamente ocurre un cambio hacia un estado de desarrollo inferior. Frente a cualquier situación, la clase juvenil aumentaría o permanecería constante, como es el caso.

Los datos del cuadro 3 muestran sitios más abundantes en individuos jóvenes, con una reducción global del 33,7% y del 23,6 % en plantas establecidas. A pesar de la intervención, estos sitios presentan cierta estabilidad en la abundancia a nivel general resultando en diferencias significativas solamente en el grupo de las plantas más viejas con un 72% de reducción. Este resultado parece coincidir con nuestra explicación anterior. Plantas completas o algunos de sus tallos fueron eliminados por las operaciones de aprovechamiento. Sabemos que los rizomas de esta plantas que yacen enterrados tienen la capacidad de regeneración y que las mejores condiciones de iluminación en estos sitios disturbados pueden conducir a una rápida recuperación de la población a sus niveles originales, aunque con una proporción menor de plantas en reposo y un leve aumento de juveniles, la clase de futura cosecha. Las siguientes observaciones preliminares parecen respaldar lo dicho anteriormente: tallos recién emergidos en condiciones de disturbio (principalmente de alta iluminación) pueden crecer 22 cm por mes (3 veces más que en condiciones sin disturbio), lo que resultaría en plantas juveniles al transcurrir unos 3 meses. Respecto al origen de las plantas jóvenes, 83% de la regeneración y 30% de las juveniles no emergen de una semilla sino de una base rizomatosa preexistente de individuos alguna vez adultos.

#### *Impacto en la distribución espacial*

Para ambas situaciones, las pruebas  $\chi^2$  muestran ajuste de la abundancia de los individuos establecidos a una distribución binomial negativa, la cual explica una distribución espacial en agregados. El parámetro K, cuyo valor es inverso a la aglomeración de los individuos, tiende a aumentar (de 1,13 a 1,46 pre- y post-aprovechamiento), no obstante la agregación a nivel poblacional se mantiene, por lo menos con agregados del tamaño de la cuadrícula evaluada.

#### **Discusión**

Los individuos de bayal están expuestos durante el aprovechamiento a daños físicos que afectan la totalidad o algunos de sus tallos, resultando en una reducción temporal de las poblaciones. mismas que se reestablecen después de algún tiempo. La capacidad de esta especie para reproducirse a través de rizomas y las mejores condiciones de iluminación en los sitios afectados son dos factores importantes en la recuperación de las poblaciones.

La población en general parece reducirse por causas naturales; aún desconocemos si la reducción será temporal. En todo caso, esto exige incrementar el período de observación y evaluación. Por ahora, hemos ampliado los dispositivos experimentales en el bosque, para precisar la reacción de variables de crecimiento ante los factores de disturbio.

En todo caso, las observaciones realizadas respaldan la aptitud del bayal para ser integrado en un modelo de manejo diversificado y sostenible del bosque.

## SITUACION DE LA PRODUCCION DE ARTESANIAS EN TRES COMUNIDADES INDIGENAS DE BAJA TALAMANCA

Francisco Ling y Lorena Flores

**Summary:** In order to promote the commercialization of traditional handicraft products, the OLAFO project sought out basic information on the traditional extraction, elaboration and commercialization process used by indigenous group in Talamanca. Craftspeople from the Kèkòldi, Uatsi and Yorkín communities provided information about their practices. The materials used by these three communities include different animal skins, vines, cork and leaf fibers, various woods, fruits and natural dyes. The most commonly elaborated products include baskets, bows and arrows, drums, small bowls and traditional bags. Although traditional knowledge still exists, the use of these techniques has diminished because of the decrease in the practical use of the products. However, indigenous people continue to make handicrafts due to cultural factors even though the activity is not financially profitable.

### Introducción

El Proyecto OLAFO definió a la artesanía como una línea de trabajo desde 1990, especialmente en la Reserva Indígena de Kèkòldi. Se inició el trabajo con dos especies de lianas *Philodendron rigidifolium* y *Heteropsis oblongifolia*, utilizadas para la elaboración de cestería. Por problemas de manejo y bajas densidades se decide incorporar una nueva especie la *Carludovica palmata* "sémko", que es muy abundante en la región y no era utilizada para artesanía en Talamanca. Con esta especie se inicia un proceso de capacitación en el manejo, preparación de fibras y técnicas de tejidos, en Kèkòldi, y a partir de 1993 se extiende a las comunidades de Yorkín y Uatsi, en la Reserva Indígena de Talamanca. Al incorporarse esas dos nuevas comunidades y al no poseer datos concretos sobre la actividad artesanal, este trabajo busca "conocer el estado de la actividad artesanal" en las comunidades de Kèkòldi, Uatsi y Yorkín.

### Metodología

En cada una de las comunidades, con la participación de artesanos que aportaron la información y técnicos que orientaron y verificaron el proceso de recolección, se realizó una reunión inicial, donde se conformaron grupos de trabajo de acuerdo con los conocimientos, habilidades e intereses de los participantes. Un grupo acompañado de un técnico, se encargaron de recolectar la información referida a: recursos, procedimientos de extracción y tipos de artesanía; un segundo grupo con otro técnico, recogió la información acerca de los artesanos (as), los canales de comercialización y las formas organizativas existentes. Cada grupo realizó un levantamiento inicial de la información, para luego salir al campo a confirmar, rechazar o complementar los datos brindados. Caminatas, visitas a artesanos (as), entrevistas fueron algunas de las técnicas empleadas, bajo la responsabilidad del técnico en cada grupo.

### Resultados

*Situación de los recursos de uso artesanal.* Las especies utilizadas en la actualidad, son principalmente de origen vegetal. Las partes de animales como pieles de Boa (*Boa constrictus*) y de iguanas (*Iguana iguana*) usadas en la elaboración de tambores, representan el 16 % de los recursos. También se presenta una sustitución de los materiales naturales por sintéticos.

Hay recursos que los indígenas han manejado a través del tiempo alrededor de sus casas como especies cultivadas, como es el caso del jícaro (*Crescentia cujetes*) para la elaboración de guacales, pejibaye (*Bactris gasipaes*) para arcos y flechas, achiote (*Bixa orellana*), jusk (*Justicia tintoria*), y yuquilla (*Curcuma longa*), como colorantes. En tacotales el sémko de reciente promoción se utiliza en cestería, el balso para tambores, para hamacas y chacaras se usan la pita (*Aechmea magdalenae*), majagua (*Hampea apendiculata*), guarumo (*Cecropia sp.*), mastate (*Brosimum utile*) y abacá (*Musa textiles*).

Otras especies se encuentran en el bosque, entre los usados para la cestería tenemos el bejuco del hombre (*H. oblongifolia*), acla (*Toratocarpus bisectus*), cebolla o ajillo (*Pachiptera standleyi*), cucharilla (*Cydista diversifolia*); para arcos, flechas y tambores la jira (*Socratea durissima*), demara (*Bactris sp.*) y el cedro (*Cedrela odorata*); y como colorantes el ojo de buey (*Mucuna sp.*), ská (*Arrabaidea chica*) y el canfin (*Tetragastis panamensis*).

Para obtener fibras de lianas se usan las que se encuentran maduras, se descascaran y se parten longitudinalmente según los objetos a confeccionar. Para los tallos como pejibaye, jira, cedro y demara se hacen secciones de las partes más duras, para las cortezas de mastate, majagua y guarumo es necesario desprenderlas del tallo, se golpean, se lavan y secan antes de utilizarlas. Las hojas de pita se raspan hasta dejar las fibras luego se lavan y secan. Para los colorantes los métodos de extracción más empleados son la fermentación, la maceración y la aplicación directa. Hace muy poco tiempo no se empleaba la cocción (promoción externa). Para las jicaras se debe buscar los frutos adecuados y remover semillas y pulpa dejando solo la parte externa, la cual se puede tallar cuando aun se encuentra verde.

*Caracterización de la artesanía.* Los objetos artesanales lograban satisfacer algunas de sus necesidades inmediatas: el descanso, el almacenamiento, lo ceremonial y lo ritual, la caza y la pesca. La artesanía nace estrechamente vinculada a las necesidades domésticas de la familia. Durante mucho tiempo, tiene un carácter meramente utilitario. Pero se transforma paulatinamente, en artesanía con fines comerciales. La inserción en una economía de mercado, trajo consigo la necesidad de generar ingresos monetarios, para la adquisición de ciertos bienes de consumo. Pero también, abre la posibilidad de comercializar sus productos agrícolas y artesanales.

Muchos de los materiales y recursos que los abuelos (as) empleaban, ya no se utilizan. De la diversidad y creatividad, se pasa al uso prioritario y extendido, fundamentalmente, de un sólo tipo de fibra donde predominan los bejuco. Algunos de los recursos olvidados que pocas personas utilizan son el mastate, guarumo, pita y majagua. Por el contrario, con el semko, de uso reciente, se elaboran artículos decorativos y cesterías.

*Los artesanos.* Existen de 3 tipos: los ocasionales, son aquellos que fabrican artesanía de forma esporádica y la mayor parte del tiempo la dedican actividades como la agricultura, o el trabajo asalariado; los permanentes, se trata de personas cuya principal actividad es la artesanía, tanto en tiempo y esfuerzo destinado, como en ingresos reportados, tan sólo una cuantas artesanas de la comunidad de Uatsi, se podrían incluir dentro de dicha categoría; y por último, el grupo de artesanos (as) en desuso, el más numeroso particularmente en Kéköldi y en Yorkin, representado por aquellas personas que saben hacer artesanía, pero en la actualidad no lo practican.

*Comercialización.* Uatsi es la comunidad que ha obtenido más beneficios económicos, y para Kéköldi y Yorkin ha significado actividades ocasionales, sin embargo con la construcción de la tienda en Kéköldi se pretende incrementar la actividad. Para Yorkin el problema de accesibilidad les restringe las posibilidades de comercio. La zona de estudio presenta una ventaja para la comercialización de las artesanías al ser un sitio de gran afluencia de turismo y mucho del cual es naturalista. Dentro de los puestos permanente de comercialización está un restaurante en Bribri, ATEC y varios puestos en la comunidad de Uatsi.

*Formas organizativas.* Predominan las informales con excepción de Uatsi donde existe una formal "Comité de artesanos de Uatsi". Las actividades giran en función de la actividad productiva donde en ocasiones hay separación de tareas para la búsqueda y preparación del material como el caso de las mujeres de Yorkin y en el caso de grupos familiares en Uatsi. Para Kéköldi se organizan en función de posibilidades de comercialización como la construcción de la tienda y la participación en ferias.

## Discusión y Conclusiones

Los artículos artesanales en las tres comunidades presenta similitud en cuanto a procedencia y uso de los materiales, anteriormente se confeccionaban con fines utilitarios y actualmente se modifican para fines comerciales. Es en este proceso donde la promoción de nuevos recursos y técnicas tiene su validez.

La comunidad que ha obtenido mayores ingresos económicos a partir de la actividad es Uatsi, donde encontramos un pequeño grupo de artesanas permanentes y mantienen locales fijos de venta. En contraste, para Yorkin la fabricación de artesanías es muy ocasional debido a problemas de accesibilidad del lugar y a la reciente promoción y capacitación del grupo de mujeres. En Kéköldi la actividad a tomado auge con la apertura de la tienda y la posición de privilegio en el tránsito de los turistas. Hasta el momento la actividad no es rentable económicamente sin embargo por los patrones culturales hay una gran aceptación de la actividad.

## RESULTADOS DE UNA ENCUESTA SOBRE LAS NECESIDADES DE CAPACITACIÓN EN FORESTERÍA COMUNITARIA EN CENTRO AMÉRICA

Francisco Paulo Chaimsohn<sup>6</sup>  
Jan Karremans<sup>7</sup>  
Johnny Pérez<sup>8</sup>

**Summary:** Community forestry is perceived as a powerful alternative for sustainable development of rural areas. However, training opportunities in social, economic and management aspects of community forestry are rare in Central America. To estimate the need for training and the kind of course topics that are in high demand, a survey has been carried out, through a mailed questionnaire, among professionals, extensionists and farmers, involved with forestry in Central and South America. The results for Central America are presented here.

### Introducción

La deforestación en Centro América es considerado, desde finales de la década pasada el principal problema ecológico de la región (Pasos et al., 1994). Como consecuencia, el tema de sostenibilidad y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables es cada día más urgente, no solo por la acelerada degradación de los suelos, sino también por motivos de seguridad alimentaria, ante una masa de pobladores que viven en condiciones de extrema pobreza, especialmente en el mundo tropical.

La participación comunitaria en la gestión forestal y agroforestal ha sido reconocido como uno de los elementos centrales de un desarrollo sustentado por la conservación. Por lo tanto, la formación y capacitación de líderes campesinos e indígenas, extensionistas y otros técnicos en los enfoques de la forestería y agroforestería comunitaria es necesario para dar respaldo a estas actividades comunales.

Con tal objetivo, el CATIE ha elaborado por una propuesta para la creación de un Instituto Regional para Gestión y Manejo en Forestería y Agroforestería Comunitaria (CATIE, 1995). Para dirigir y reforzar tal propuesta se hizo un estudio de las necesidades de capacitación en forestería comunitaria en Centro América.

### Materiales y métodos

Se elaboró un cuestionario estructurado que fue distribuido a través de: a. la Revista Forestal Centroamericana; b. el Proyecto MADELEÑA; c. personalmente, en múltiples contactos personales individuales y en reuniones, talleres y cursos en la región centroamericana, relacionados al tema de forestería y agroforestería.

La encuesta fue dirigida principalmente a líderes de proyectos, extensionistas y otros profesionales relacionados con la problemática forestal y/o agroforestal en América Latina. No fue posible elaborar una muestra aleatoria de ese grupo ya que no existe una relación de todos los profesionales involucrados en esta temática en Centro América.

Sin embargo, se considera haber obtenido un excelente indicador de la opinión porque: a. hubo gran homogeneidad en las respuestas; b. el número de cuestionarios debidamente llenados es relativamente alto; c. entre estos, hubo un gran número de líderes de proyectos (agro)forestales que respondieron la encuesta. Por lo tanto, se considera que el nivel de confianza para hacer generalizaciones (considerándose las limitaciones señaladas) es relativamente alto.

---

<sup>6</sup> estudiante del Curso de Maestría de CATIE/Área de Agroforestería  
<sup>7</sup> antropólogo, CATIE/Área de Economía y Sociología Ambiental  
<sup>8</sup> analista de sistemas, CATIE/ Área de Informática

El análisis de la información fue hecho considerándose cuatro niveles de conjuntos de datos: 1. el total de cuestionarios respondidos de Centro América; 2. grupos por tipo de ocupación del respondiente; 3. grupos por tipo de institución del respondiente (gubernamental, no gubernamental, o institución internacional); y 4. grupos formados por un análisis de conglomerados (*cluster*). El número de cuestionarios procesados fue de 249 para el análisis del total y por grupo, y 238 para el análisis de conglomerados.

## **Resultados<sup>9</sup>**

### *Participantes en la capacitación en forestería comunitaria*

Según los resultados de la encuesta, la capacitación en forestería comunitaria debe ser dirigida principalmente a campesinos e indígenas (90.9%) y extensionistas y otros profesionales (89.2%), seguido, en menor grado a decisores: planificadores y gerentes (45.3%).

### *Oferta de capacitación en forestería comunitaria*

Para la mayoría de los que respondieron la encuesta la oferta actual de capacitación existente en forestería comunitaria es muy o algo deficiente (83.1%), indicando la gran necesidad de se promover actividades en este sentido. Este resultado es reforzado por el hecho de que, aunque el 51.5% de los respondientes ha participado alguna vez en una capacitación en forestería comunitaria, el 95.5% de los que respondieron señaló que les interesa capacitarse en el mismo tema.

### *Opinión sobre la capacitación en forestería comunitaria*

La opinión sobre la capacitación en forestería comunitaria que actualmente se ofrece en la región centroamericana es, en general, negativa, o sea se opinó que hay deficiencias y limitaciones en la misma. Los aspectos específicos más señalados por los respondientes fueron: (a) la capacitación rara vez estimula la participación de la mujer, (b) hace falta tratar los aspectos de organización y gerencia de proyectos, (c) la capacitación no responde a problemas prioritarios en el medio rural, y (d) la capacitación es demasiado teórica.

### *Temática para la capacitación en forestería comunitaria*

Con relación a la temática de capacitación en forestería comunitaria se verifica que los aspectos más señalados por los respondientes fueron: mercadeo y comercialización (67.6%), y la organización comunitaria (62.3%). Además, un porcentaje significativo de los respondientes apuntó: (a) del área social: participación comunitaria, participación de la mujer, y formación de líderes (43.3%, 41.3% y 33.2%, respectivamente), (b) del área económico: crédito, administración y contabilidad (34%), y (c) del área técnica: agroforestería, industrialización de productos forestales y manejo forestal (47.4%, 38.9% y 38.1%, respectivamente).

### *Resultados del análisis de conglomerados*

El análisis de conglomerados representa un síntesis de los resultados de la encuesta, ya que hay una homogeneización en la formación de los grupos. Es importante observar, que las características mencionadas de los grupos así formados, se refieren a los aspectos más sobresalientes y no deben interpretarse como las únicas

<sup>9</sup> No todas las respuestas fueron contestadas por todos los que enviaron la encuesta. De modo que los totales por cada pregunta aquí analizada varía de 231 a 247

características de los mismos, ni como características excluyentes. Considerándose estas observaciones, los grupos formados presentan las siguientes características generales:

*Grupo 1:* es constituido principalmente por productores (agricolas o forestales), investigadores y decisores, que tienen alguna experiencia en la forestería comunitaria. Sobre este tema opinan que faltan más experiencias para validar su utilidad (lo que es propio de investigadores) y les parece que la oferta de capacitación en el tema es algo insuficiente. Con relación a la temática de capacitación en forestería comunitaria hay una tendencia para indicar los aspectos económicos. Aunque, como los demás grupos, presenta más hombres que mujeres, el número de respondientes del sexo femenino es relativamente mayor que en los grupos 3 y 4.

*Grupo 2:* los respondientes de este grupo son, predominantemente, del mundo académico. En general la experiencia práctica en la forestería comunitaria es menor que el grupo anterior; opinan que la forestería comunitaria es promisoría y debe fomentarse más, y que la oferta de capacitación en el tema es muy insuficiente. Los aspectos de la temática de capacitación en forestería comunitaria más señalados por el grupo son aquellos del área social. En este grupo es mayor el porcentaje de mujeres.

*Grupo 3:* este grupo es constituido principalmente por técnicos que tienen experiencia en forestería comunitaria. La opinión sobre el asunto es dividida: para cerca del 40% forestería comunitaria es una excelente práctica, de excelente valor par muchas comunidades y otro grupo de igual tamaño opina que es promisoría y debe fomentarse más. También para este grupo la oferta de capacitación es muy insuficiente y la temática de capacitación en forestería comunitaria tiende más hacia los aspectos económicos.

*Grupo 4:* agricultores y técnicos de empresas privadas predominan en este grupo quienes, en general, no tienen experiencia en forestería comunitaria y, por lo tanto es mayor el porcentaje de los que no opinan sobre varias preguntas. Con relación a la temática de capacitación en forestería comunitaria, señalaron más los aspectos técnicos.

#### *Tipo y duración de las actividades de capacitación*

Sin lugar a dudas, la gran mayoría señaló tipos de capacitación que involucran actividades prácticas y estancias en el campo. En total el 85.9% señaló estos tipos; las respuestas que apuntaran tales actividades fueron 71,6%, 87.9%, 89,1% y 85.7%, respectivamente, para productores, técnicos, planeadores/gerentes y educadores/profesores. Lo mismo ha sido verificado en el análisis de conglomerados (82,9%, 85.2%, 89.6% y 80.8%, respectivamente para los clusters 1, 2, 3 y 4).

Con relación a la duración más adecuada para los cursos de capacitación en forestería comunitaria, las alternativas más señaladas por los respondientes fueron cursos de diferente duración según el tema y cursos cortos de máximo una semana (44,9% y 30,9%, respectivamente).

## **Conclusiones**

Los análisis de los resultados de la encuesta permiten concluir que:

- a. hay una demanda relativamente alta para capacitación en forestería comunitaria en Centro América;
- b. la capacitación debe ser dirigida, prioritariamente, a líderes campesinos e indígenas, y a extensionistas;

- c. la capacitación debe responder a los problemas de las comunidades campesinas e indígenas y debe incluir a la mujer en sus actividades;
- d. los aspectos sociales deben priorizarse en la definición de la temática de capacitación en forestería comunitaria, al lado de aspectos económicos (principalmente en lo que se refiere a mercadeo y comercialización) y, aunque en menor grado, los aspectos técnicos;
- e. la capacitación debe ser práctica y con enfoque participativo y horizontal, o sea, además de se buscar un enfoque donde los actores del proceso de enseñanza sean capacitadores y capacitandos a la vez, también se debe estimular y apoyar intercambios horizontales entre los campesinos e indígenas.

### **Bibliografía citada**

CATIE, 1995. Proyecto: Instituto Regional para Gestión y Manejo en Forestería y Agroforestería Comunitaria. Turrialba, CATIE . 25 p. + anexos (mimeo)

Pazos, R.; Giro, P.; Laforge, M. ; Torrealba, P.; Kaimowitz, D. 1994 El último despale...La frontera agrícola centroamericana San José, FUNDESCA. 132 p.

## ASERRIO CON MOTOSIERRA DE MARCO Y EXTRACCION CON BUEYES UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO EN EL MANEJO FORESTALCOMUNITARIO

Armando Castañeda, Fernando Carrera, Juan Flores

El trabajo presenta los resultados más relevantes obtenidos durante la realización de un aprovechamiento de madera aserrada en "timber", utilizando motosierra de marco y arrastre con bueyes una yunta de bueyes, como parte complementaria a un tratamiento silvicultural.

El ensayo fue realizado por los Proyectos CATIE-RENARM/PBN y UCA-SAREC//Trópico Húmedo, en el Area de Denostracion e Investigacion (ADI) "La Lupe", ubicada en el Sector de Las Maravillas, Municipio de El Castillo, Departamento de Río San Juan, Nicaragua; dentro del Area de Amortiguamiento de la Gran Reserva Biológica Indio-Maíz.

Con base en una muestra de 100 trozas (provenientes de 22 árboles) se determinó que el rendimiento volumétrico de troza a "timber" fue de 56%, en bloques de 0.25 m<sup>3</sup> en promedio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento volumétrico del aserrio en "timber" con motosierra y marco en el ADI "La Lupe".

Especie	Número arboles (n)	Número Trozas (n)	Volúmen Rollo (m3)	Número Bloques (n)	Volumen Bloques (m3)
Cedro macho	5	25	15.85	33	9.44
Cebo	2	15	6.84	19	4.11
Sangre grado	1	6	2.37	6	1.12
Kerosin	9	34	21.12	46	11.40
Rosita	2	6	5.69	18	2.84
Tempisque	1	3	1.62	4	0.96
Guavabo charco	1	4	2.77	4	1.46
Arcno	1	7	3.18	7	1.86
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>59.44</b>	<b>137</b>	<b>33.19</b>

Este rendimiento pudo ser superior si se hubiese contemplado producir piezas menores de madera (tablas de las costaneras). Sin embargo, los costos hubieran subido significativamente y es posible que no compense el esfuerzo.

El aserrio de 32 trozas (17.27 m<sup>3</sup> rollizos) en tablas de una pulgada tuvo un rendimiento de 7.62 m<sup>3</sup>, lo que representa un 44.13% del volumen bruto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento volumétrico del aserrio en tablas con motosierra y marco en el ADI "La Lupe".

Especie	Número Trozas (n)	Volumen Rollo (m <sup>3</sup> )	Volumen Tableado (m <sup>3</sup> )
Manú	6	2.95	194
Cebo	10	4.28	1.84
Sangre grado	1	0.40	0.16
Kerosin	3	1.45	0.67
Cedro macho	12	8.19	3.01
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>17.27</b>	<b>7.62</b>

Es necesario precisar que en Nicaragua es prohibido el uso de la motosierra para aserrio manual por considerar que este tipo de maquinaria deja muchos desperdicios en comparación con los rendimientos obtenidos en aserraderos. Esto es discutible si se considera que la industria de aserrio tiene un rendimiento de inferior al 50% (Flores, 1985); además, durante el aprovechamiento mecanizado gran parte de la madera se queda en el bosque en forma de ramas gruesas, trozas pequeñas o dañadas que no justifica económicamente su aprovechamiento y que sí puede ser aprovechado con motosierra.

Los rendimientos y costos del aprovechamiento realizado se presenta en el Cuadro 3. Los resultados del arrastre con bueyes muestran una baja producción diaria (1.7 m<sup>3</sup>/día), debido esencialmente al mal estado de salud de los semovientes, obligando a utilizar cargas pequeñas (0.3 m<sup>3</sup>) para no maltratar a los animales. Esta situación elevó los costos del aprovechamiento, ya que se estimó un valor de alquiler de \$ 20, precio que se paga localmente por una yunta en buen estado.

El costo total del aprovechamiento fue de \$ 1.445 para una producción de 33.2 m<sup>3</sup> de madera en "timber" en las 7.68 ha tratadas, dando un promedio de 4.3 m<sup>3</sup> de madera en "timber" por hectárea aprovechada. En consecuencia el costo total del metro cúbico extraído en "timber" fue de \$ 43.5.

Cuadro 3. Rendimientos y costos del aprovechamiento en el ADI "La Lupe", Río San Juan, Nicaragua.

Actividad	Días Te Mo Ob	Rendimiento por jornada	Costos Unit	(S) Total
Aserrio con motosierra y marco	24 48	1.2 m <sup>3</sup>	27.8/m <sup>3</sup>	919
Trazo y construcción de caminos	1 4 11	120 m	0.12/m	166
Arrastre con bueyes	36	1.7 m <sup>3</sup>	10.8/m <sup>3</sup>	360
<b>Total</b>				<b>1.445</b>

Salarios: Técnicos (Te) = 19.66/día

Motosier. (Mo) = 25.00/día (incluye costo de motosierra con marco, combustible y lubricantes)

Obrero (Ob) = 6.65/día

Bueyes = 20.00/día (costo de alquiler incluye bueyeros)

No hay que perder de vista que se trata de madera semi-procesada cuyo precio de mercado es mayor que la madera en rollo.

Los resultados del aprovechamiento realizado se puede resumir en:

Superficie intervenida	7.68 ha
Número de árboles aprovechados	29
Volumen en "timber" aprovechado	33.2 m <sup>3</sup>
Rendimiento diario en el aprovechamiento	
Tabloneado con motosierra de marco	1.5 m <sup>3</sup>
Arrastre con bueyes	1.7 m <sup>3</sup>
Costo total del aprovechamiento	\$ 1445
Costo por hectárea aprovechada	\$ 199
Costo por metro cúbico en "timber"	\$ 43.5

Con una producción diaria de sólo 1.5 m<sup>3</sup>/día de madera en "timber" y tenemos un precio conservador de \$ 75/m<sup>3</sup> puesta en patio de acopio, se tendría un ingreso neto de \$ 47 por día trabajado.

Para determinar los costos de producción se consideró niveles salariales más justos. Así tenemos por ejemplo un jornal obrero de \$ 6.65 en vez de los \$ 1.3 que se viene pagando en la zona. Esto implica un doble beneficio: el obtenido por las utilidades netas (\$ 43.5/m<sup>3</sup>) y el salario que se está pagando a cada miembro de la brigada.

Si la brigada de aprovechamiento, compuesta por cinco personas (tres para aserrio y dos para el arrastre), trabajara al menos 150 días efectivos por año en un bosque similar al de "La Lupe", necesitaría aproximadamente una superficie de 50 ha anuales. Esta brigada tendría un ingreso anual de \$ 7000 dólares sin incluir el precio de los árboles en pie ni los impuestos de ley.

Tradicionalmente los campesinos de la zona venden los mejores árboles en pie a los madereros a precios que varían entre 10 y 20 dólares, independientemente del volumen que estos tengan. Los datos del ensayo en "La Lupe" indican que, aún con árboles de calidad intermedia estos pueden obtener ingresos de \$ 65 por individuo bajo este método.

Otro aspecto que merece destacarse en este tipo de aprovechamiento es el bajo impacto al bosque residual en comparación con los aprovechamientos mecanizados.

Este modelo es replicable en el manejo comunitario siempre que exista de un recurso forestal accesible y relativamente poco intervenido, capital inicial de trabajo, un mercado para la madera y una organización y capacitación adecuada.

FLORES, J. 1985. Diagnóstico sobre el sector industrial forestal en Costa Rica. DGF/MAG. San José, Costa Rica.

QUIROS, D; FONSECA, C. 1984. Utilización de la motosierra con marco: costos y rendimientos en dos sitios en Costa Rica. Proyectos RENARM/PBN y COSUDE/SBN. C.R. CATIE, 34 p.

## TRATAMIENTOS SILVICULTURALES POST-COSECHA MEJORADA EN BOSQUES HUMEDOS TROPICALES EN LA REGION HUETAR NORTE DE COSTA RICA

David Quirós Molina, Johnny Méndez Gamboa

### Introducción

En Costa Rica los tratamientos silviculturales no han sido parte integrante de un conjunto de operaciones de manejo técnicamente planificado de los bosques naturales. Por el contrario, éstos han sido aprovechados sin ningún criterio técnico. No obstante, debido a un cambio suscitado en los últimos tiempos respecto al aprovechamiento mejorado de estos bosques, y a la adopción de experiencias exitosas desarrolladas dentro y fuera del país, se ha incorporado en las guías para el desarrollo de planes de manejo, un componente sobre tratamientos silviculturales con el fin de contribuir al desarrollo de la vegetación remanente después del aprovechamiento.

### Materiales y métodos

Este estudio fue desarrollado en seis unidades de manejo (UM) de la Región Huetar Norte de Costa Rica: Hogar de Ancianos, La Montura, Octubre 78, La Legua, El Jardín y Samen. Estas UM son parte del Proyecto Fomento a la Reforestación y al Manejo del Bosque Natural en la región Huetar Norte, el cual ejecuta la Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA). En estas UM se ha realizado un aprovechamiento de madera rolliza de bajo impacto.

Las decisión sobre el tipo de intervención silvícola propuesto y aplicado requirió de la evaluación previa de la masa remanente. Dicha evaluación consistió en la ejecución de tres muestreos que generaron la información básica necesaria. Estos muestreos son el diagnóstico, el de remanencia y el silvicultural.

El *muestreo diagnóstico* es definido por Hutchinson (1993) como "una operación intencionada para estimar la productividad potencial de un rodal". Silviculturalmente es la herramienta más práctica para obtener un resumen matemático del estado del bosque ya que es un modo rápido y económico para llegar a decisiones sobre la naturaleza y programación de los tratamientos silviculturales (Hutchinson, 1989). En el presente caso se consideró la vegetación  $\geq 10$  cm dap. El *muestreo de remanencia* consiste en registrar la causa por la cual no fueron extraídos los árboles con dap igual o superior al diámetro mínimo de corta. Por último, el *muestreo silvicultural* conocido también como Media Cadena permite conocer la composición de la regeneración natural establecida, determinando las existencias del número de árboles y el área basal de las especies arbóreas y palmas  $\geq 10$  cm dap.

Posterior a la evaluación de estos muestreos se prescribieron los tratamientos más adecuados según las necesidades evidenciadas por cada uno de los bosques, considerando la masa remanente  $\geq 10$  cm dap.

Para la ejecución de los tratamientos silviculturales se delimitó el área considerando dos partes iguales, una de tratamiento y otra testigo. En el área tratada se marcaron, anillaron y envenenaron (desvitalización) los árboles no descables.

### Resultados

En el siguiente cuadro se presenta el tratamiento silvicultural aplicado en cada una de las unidades de manejo. Los resultados presentados se dan para la vegetación  $\geq 10$  cm dap.

**Cuadro 1. Tipo de tratamiento silvicultural aplicado en las seis unidades de manejo de la Región Huetar Norte de Costa Rica.**

Unidad de manejo	Superficie total (ha)	Superficie bajo tratamiento silvícola (ha)	Tipo de tratamiento silvicultural
Hogar de Ancianos	53	10	Refinamiento parcial
La Montura	80	40	Combinación de corta de mejora y liberación parcial
Octubre 78	55	20	Liberación por competencia de copas y por distanciamiento.
La Legua	64	25	Corta de mejora y liberación por competencia de sitio.
El Jardín	56	28	Liberación por competencia de copas y por distanciamiento.
Samen	64	35	Corta de lianas

El *refinamiento* consistió en la desvitalización parte de aquellos árboles considerados indeseables con un dap entre 10-30 cm. La justificación de dicho tratamiento es que en el bosque Hogar de Ancianos esta categoría diamétrica presenta 135 individuos comerciales y 271 no comerciales (85% del total), los cuales obstaculizaban el desarrollo óptimo de los árboles deseables de futura cosecha. El tratamiento se ajustó para reducir 92 árboles/ha y 5 m<sup>2</sup> de área basal. Con esta reducción más la sufrida durante el aprovechamiento se dejó una masa remanente compuesta por 437 individuos (79%) y 15 m<sup>2</sup> (68%) del área basal.

La *corta de mejora* consistió en la desvitalización de aquellos árboles con deficiencias fitosanitarias, de forma o pertenecientes a especies no comerciales. Este tratamiento se efectuó en las UM La Montura y La Legua. La *liberación por competencia de copas* desvitalizó los árboles no deseados que obstruían en forma total o parcial la iluminación de los individuos de futuras cosechas. Este tratamiento fue aplicado en la UM La Montura, donde la corta de mejora desvitalizó aquellos individuos <sup>3</sup> 40 cm dap principalmente dañados o mal formados de *Pentaclethra macroloba* mientras que la liberación por competencia de copas eliminó aquellos individuos competidores no deseables del dosel superior e intermedio. Ambos tratamientos dejaron una masa remanente de 306 individuos (73%) y 16 m<sup>2</sup> de área basal (53%) de la masa inicial. Este tratamiento fue aplicado también en las UM Octubre 78 y El Jardín. En la primera la masa remanente fue de 220 individuos (54%) y 17 m<sup>2</sup>/ha (61%) del total. En El Jardín permanecieron 332 individuos (81%) y 19 m<sup>2</sup> de área basal (66%) de la masa original.

La *liberación por competencia de sitio* redujo la competencia por espacio desvitalizando aquellos individuos que se encontraban a poca distancia del árbol de futura cosecha. Fue aplicado en la UM La Legua donde fue combinado con una corta de mejora. La liberación desvitalizó aquellos individuos que competían por espacio, mientras la corta de mejora aquellos individuos <sup>3</sup> 40 cm dap dañados y malformados de especies comerciales y no comerciales. Ambos tratamientos redujeron 32 individuos (8%) y 10 m<sup>2</sup>/ha (37%) del área basal dejando en remanencia 343 individuos (86%) y 15 m<sup>2</sup> (56%) del total.

La *corta de lianas* se realizó cuando se comprobó competencia de lianas con la copa y el fuste de los árboles de futura cosecha. Este tratamiento se ejecutó en la UM Samen donde el número de árboles y el área basal remanentes fue de 242 individuos y 16 m<sup>2</sup>/ha

## Conclusiones y recomendaciones

1. Los tratamientos silviculturales son una herramienta tendiente a incrementar el crecimiento de la masa remanente. En este caso los tratamientos se orientaron para reducir en un 40% el área basal original, pues se estimó conveniente para propiciar la dinámica y desarrollo de los individuos remanentes.
2. La información de los tres muestreos ( diagnóstico, remanencia y silvicultural), son un buen complemento para prescribir el tratamiento silvicultural requerido.
3. La aplicación de los tratamientos generalmente se realizó en el 50% del área de manejo con en fin de tener una área testigo vrs una tratada y realizar monitoreos a través del tiempo para determinar resultados comparativos.
4. Las palmas se excluyeron de los tratamientos, a excepción de la liberación realizada en la unidad de manejo Octubre 78, en donde la gran abundancia de *Welfia* sp. ejercía cierto grado de competencia.
5. El anillamiento fue el método de desvitalización siempre utilizado. Se aplicó arboricida solamente en la desvitalización de los árboles de grandes dimensiones diamétricas.
6. El tratamiento de refinamiento se justificó desde la perspectiva de que los árboles eliminados pertenecían a especies sin ninguna posibilidad de llegar a ser comerciales a corto y mediano plazo. Además los individuos de estas especies no fueron eliminados en su totalidad.
7. La vegetación remanente  $\geq 50$  cm dap es relativamente abundante, debido a los lineamientos legales que rigen y a la tendencia de dejar árboles portadores en los actuales aprovechamientos.

## Literatura citada

- HENDRISON, J.; GRAAF, N.R. DE. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque tropical húmedo en Surinam. (Preparado para seminario SEMBOTH., Honduras 1986) 30 p.
- HUTCHINSON, I. 1989. Silvicultura de los bosques tropicales húmedos de bajura. (Preparado para II Curso Intensivo Internacional Silvicultura Manejo de Bosques Naturales Tropicales. 1989) CATIE, Turrialba. s.p.
- \_\_\_\_\_. 1993a. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales no. 7. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204. 32 p.
- \_\_\_\_\_. 1993b. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. (Preparado para el VI Curso internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales 1993) CATIE. Turrialba. C.R. 46 p.
- QUEVEDO, L. 1990. Principales sistemas silviculturales empleados en los bosques naturales tropicales. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 25 p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. El manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales no. 9. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 225. 25 p. + Anexos.
- SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 119 p.
- WADSWORTH, F.H. 1979. Principles of management for sustained yield-evaluation and prospects. In Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical (1979, San José, C.R.). San José, C.R., EUNED. p.81-88.

## EVALUACION DEL EFECTO DEL SITIO EN LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUE TROPICAL EN LA TERCERA FASE DE LA SUCESION SECUNDARIA EN COSTA RICA

Bernal Herrera F.  
José J. Campos A.

### Introducción.

Dentro de los estudios realizados hasta hoy día en bosques secundarios, la determinación de la capacidad productiva de los sitios para este tipo de vegetación son prácticamente inexistentes. Las investigaciones se han dirigido principalmente en cuatro grandes corrientes: caracterización de grupos ecológicos, dinámica de la sucesión, factores que afectan la sucesión secundaria y manejo sostenido de estos ecosistemas: tratamientos silviculturales y aprovechamiento (3). Los estudios para la determinación de la capacidad productiva a partir del enfoque suelo-sitio, se han concentrado principalmente en plantaciones forestales. La caracterización de la productividad del vuelo forestal se ha desarrollado utilizando el índice de sitio (i.e. altura dominante a una determinada edad); mientras que la caracterización del suelo, se han empleado tanto las propiedades físicas y químicas del mismo; así como variables del relieve, como por ejemplo el grado de pendiente y el aspecto de la misma (2).

Es así como de la convergencia entre estos dos conceptos, el objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar el efecto de la variación del sitio en la productividad de un bosque secundario de 28 años de edad (aproximadamente), en el Area Experimental Finca El Cerro, ubicada en Florencia de San Carlos, Costa Rica; cuya extensión alcanza 32.5 ha.

### Metodología.

Para cumplir el objetivo propuesto, se instalaron en el campo un total de 36 parcelas temporales de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) donde se tomaron muestras de suelo a dos profundidades (0-12 cm y 12-30 cm), determinándose en el laboratorio: análisis químico completo, azufre, boro, materia orgánica y textura. Además se levantó información sobre el grado de pendiente y la posición de la parcela en la pendiente. En las mismas unidades de muestreo, se recopiló la información concerniente a especies no comerciales, a las cuales se les midió el diámetro a la altura del pecho (dap) de todos los árboles mayores a 10 cm, forma de copa y clase de iluminación según la metodología de Dawkins (1958; citado por 1). Mientras tanto, en las especies comerciales, se midieron estas mismas variables, incluyendo la altura total.

Se estimó la altura dominante (definida como el promedio de los 100 árboles más altos por hectárea, lo que equivale a 4 árboles en 400 m<sup>2</sup>) para las especies *Vochysia ferruginea* y *Cordia alliodora*, la altura media para estas especies y para el total comercial; el área basal para las especies comerciales y no comerciales y para el total de la parcela. Para ambas especies se recolectaron muestras de hojas de árboles dominantes con el objeto de cuantificar el contenido de nutrientes.

### Resultados y discusión.

Dentro de los principales resultados obtenidos en esta investigación, pueden señalarse los siguientes:

1. De las 36 parcelas evaluadas, fue posible estimar la altura dominante de *V. ferruginea* en 24 parcelas, mientras que en 13 parcelas, fue posible calcular esta misma variable para la especie *C. alliodora* (solamente en una de las parcelas, fue posible encontrar 4 árboles de ambas especies). Esta variable presentó coeficientes de variación dentro de las mismas parcelas que oscilaron entre 5.9 y 17.5% para sitios donde fue posible estimar la altura dominante de *V. ferruginea*, mientras que para los sitios donde se pudo calcular este mismo parámetro de *C. alliodora*, los coeficientes de variación oscilaron entre 5.5 y 17.6%. Esta baja variabilidad estadística asegura que los árboles dominantes representan condiciones homogéneas dentro de parcelas en cuanto a la capacidad productiva del sitio, estado fitosanitario y condiciones de iluminación se refiere. No obstante, un 10 por ciento de los árboles dominantes de ambas especies presentaron condiciones de iluminación deficiente, lo que puede conducir a una subestimación de la altura dominante.

2. La altura dominante de *V. ferruginea* -no así la correspondiente a *C. alliodora*- presentó correlaciones significativas con el diámetro a la altura del pecho (57.7%), la altura total de la misma especie (87.3%), con el área basal de todas las especies encontradas en los sitios (78.9%) y con su propia área basal (51.1%).

3. Las condiciones edáficas del bosque secundario indican una deficiencia de calcio entre los 12 y 30 cm de profundidad, bajos contenidos de potasio en ambas profundidades, un pH menor a 5.5, el aluminio disponible se encontró en niveles medios, la concentración de fósforo fue menor a 12.04 ppm y la concentración de manganeso, cobre y hierro se encontraron en niveles considerados como tóxicos para cultivos agrícolas. Por su parte, el contenido de magnesio, azufre, zinc y boro se encontraron en niveles considerados adecuados.

4. Se efectuó una prueba Mann-Whitney, donde se detectaron diferencias significativas ( $p > 10\%$ ) entre las condiciones edáficas y topográficas donde las poblaciones de *V. ferruginea* y *C. alliodora* actualmente se desarrollan: la primera especie -en contraposición con *Cordia*- prefiere suelos con mayor pendiente, mayor aluminio intercambiable, menores concentraciones de bases, cobre y azufre combinado con sitios donde los porcentajes de arcilla sean mayores.

5. Las variables edáficas que se correlacionaron con la altura dominante de *V. ferruginea* fueron las concentraciones entre 0 y 12 cm de fósforo ( $r = -59.1\%$ ), hierro ( $r = -58.3\%$ ), cobre ( $r = 46.7\%$ ), manganeso en las dos profundidades ( $r = 43.7\%$  y  $38.5\%$ ), magnesio (34.6%) y azufre ( $r = -40.2\%$ ). El porcentaje de arcilla en ambas profundidades presentó un coeficiente de correlación de  $-61.3\%$  (0-12cm) y  $-35.5\%$  (12-30cm); mientras que el porcentaje de materia orgánica (0-12) presentó un coeficiente de  $-47.2\%$ .

Para *C. alliodora*, dado el bajo número de observaciones (13), no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre la altura dominante y las variables cuantificadas.

6. El modelo de regresión ajustado para *V. ferruginea*, utilizando 4 árboles por parcela y aplicando el método hacia adelante (Forward) fue el siguiente. :

$$\text{Altura dominante (m)} = 53.9 - 1.25 P_{0-12} + 0.038Mn_{0-12} - 2.02 \%Mat. org_{0-12} - 0.29 \% Arcilla_{0-12},$$

con un coeficiente de determinación igual a 79.5 por ciento y un error estándar de 1.8 metros.

Adicionalmente se ajustó un modelo utilizando solamente dos árboles dominantes con buena iluminación por parcela: las variables que participaron en el modelo fueron las mismas encontrados en el modelo anterior, con excepción del porcentaje de arcilla: alcanzándose un  $R^2$  igual a 74.3 por ciento y un error estándar de 1.2 m.

Apoyándose en las correlaciones entre las reservas de nutrientes en el suelo y los respectivos contenidos foliares, puede afirmarse, en forma preliminar que *V. ferruginea* -especie acumuladora de aluminio en las hojas- requiere muy bajas concentraciones de fósforo, lo que posiblemente se deba a su capacidad de absorber fosfatos en presencia de aluminio; bajos porcentajes de materia orgánica y como cualquier otra especie se desarrolla mejor en suelos francos. Adicionalmente, esta especie es capaz de tolerar concentraciones altas de manganeso en el suelo, acumulándolo en las hojas y evitando que interfiera en su crecimiento.

## Conclusiones.

Como principales conclusiones de este estudio pueden citarse:

1. Debido a su baja variabilidad estadística y la buena asociación con variables ambientales -en el caso de *V. ferruginea*-, la altura dominante puede considerarse como un potencial indicador de la capacidad productiva en bosques de la tercera etapa de la sucesión secundaria similares al bosque estudiado.

2. La altura dominante para ser empleada en bosques secundarios debe estar compuesta por individuos bien iluminados. No obstante, los resultados en este estudio fueron muy similares, independientemente se utilicen 2 o 4 individuos por parcela. Se recomienda estudiar específicamente el tamaño de parcela adecuado y el número de árboles dominantes a medir.

3. La especie *V. ferruginea* presenta la capacidad de crecer en suelos ácidos de baja fertilidad, debido a estrategias tales como la acumulación de aluminio y manganeso en tejidos foliares.
4. Existen dos restricciones importantes en los resultados, que son el bajo número de observaciones, por lo que las relaciones encontradas deben ser estudiadas con mayor detalle en un mayor número de sitios; y la edad del bosque, que no es exacta, sino que oscila en un rango no muy amplio, pero desconocido.

### **Literatura citada**

ALDER, D., SYNNOT, T.J. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford, Inglaterra. Oxford Forestry Institute. Tropical Forestry Papers No. 25. 124 p.

CARMEAN, W. 1975. Forest site quality evaluation in the United States. *Advances in Agronomy* 27:209-269.

FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Trad. por Ricardo Luján. Serie técnica. Informe Técnico No. 188. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 29 p.

## AVANCE DEL PROCESO DE SIMPLIFICACION DE PLANES DE MANEJO PARA BOSQUES NATURALES LATIFOLIADOS EN CENTROAMERICA

J. Flores C.

**Summary:** It is recognized that the Simplified Guide for the Presentation and Implementation of Management Plans for the Broadleaf Forests, proposed by CATIE, fills a large gap existing in each of the countries of the Central American region.

This model of simplified management plans, which was amply discussed, revised and approved by the different sectors involved, will be an important and appropriate tool for helping the countries of the region to participate in the international market for certified forest products.

In each country, a commission consisting of representatives from the private and public sectors, has been established in order to provide the followup for the implementation of pilot simplified management plans and to observe that the technical standards and administrative procedures are properly and punctually applied by the State, forest users and other beneficiaries.

Under the coordination of the Tropical Forest Action Plan for Central America, with the Central American Chamber of Forest Industries, the Central American Forest Council, and the other regional organizations involved, a joint effort should be made to promote the wise use and sustainable management of the forest resources of the region.

**Resumen:** Se reconoce que el modelo de Guía Simplificada, para la presentación e implementación de planes de manejo en bosques latifoliados, propuesta por el CATIE, llena un gran vacío existente en cada uno de los países de la región centroamericana.

Este Modelo de Manejo debidamente concertado y aprobado por los diferentes sectores involucrados será una pieza fundamental para integrarse al mercado internacional de productos forestales certificados (sello verde).

En cada país, se ha conformado una Comisión Mixta (Sector público y privado) para dar seguimiento a la implementación de los planes de manejo y de la observancia de las Normas y Procedimientos Administrativos de parte del Estado, como Ente contralor y de los usuarios y beneficiarios del bosque.

Debe promoverse una acción conjunta, bajo la coordinación del PAFT-CA, con la Cámara Centroamericana de Industrias Forestales, Consejo Centroamericano de Bosques (CCAB) y demás Organos Regionales involucrados, a fin comprometer al mayor número posible de instituciones e individuos de la sociedad al Manejo Racional y Sostenido del bosque.

### Introducción

Una visión actualizada del concepto "uso múltiple y manejo sostenible" de los bosques naturales de la región Centroamericana y en concordancia con los intereses económicos, sociales y ambientales del Estado, usuarios y de la sociedad en general, fue un mandato del primer Congreso Forestal Centroamericano realizado en Petén, Guatemala en agosto/93, a raíz de las fuertes críticas sobre la forma en que los planes de manejo se habían convertido en requisitos burocráticos que cumplir, para obstaculizar los aprovechamientos forestales y, no en una herramienta de gestión, útil, práctica, flexible y sencilla para ejercer el control y ejecutar las operaciones dentro del bosque.

El CATIE, a través del proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales (PBN) a solicitud del PAFT-CA y de Consejo Centroamericano de Bosques (CCAB) fue la institución encargada de conceptualizar y estructurar un nuevo Modelo de Planes de Manejo. Además, diseñar una estrategia para su aplicación e implementación de acuerdo con los intereses y la realidad de uno de los países de la Región.

Hoy, dos años después, el CATIE logra establecer, con un alto grado de aproximación, criterios generales y específicos para la elaboración, presentación e implementación de Planes Manejo para Bosques Naturales Latifoliados. Ya en tres países (Nicaragua, Honduras y Guatemala) han elaborado y aprobado con la participación de los sectores involucrados (Estado y empresa privada), sus propias Guías Simplificadas para Planes de Manejo, basadas en el modelo presentado por el CATIE.

La comunidad forestal de la región reunida en el II Congreso Forestal Centroamericano realizado en San Pedro Sula, Honduras, en setiembre/95, fue informada de los avances de este proceso. No obstante falta mucho por hacer, se espera que los servicios forestales de los países, las instituciones de ayuda técnica y financiera continúen apoyando este esfuerzo.

## **Materiales y métodos**

### *Elaboración del Modelo de Guía Simplificada para Planes de Manejo*

Entre febrero y mayo/94 se realizó una serie de consultas a líderes de los servicios forestales, universidades, ONG, propietarios de bosque y empresarios forestales con la finalidad de obtener información (opiniones y recomendaciones) sobre la problemática relacionada con el manejo de los bosques naturales latifoliados de sus respectivos países; con ello, tener elementos de juicio para preparar un primer borrador del modelo de Guía Simplificada.

En junio/94 se realizó un Seminario Taller "Simplificación de Planes de Manejo en Bosques Naturales Latifoliados de Centro América", cuyo propósito fue discutir el modelo Guía Simplificada propuesta por el CATIE; además, reunir más información complementaria sobre estrategias, Normas y Procedimientos Administrativos para su implementación.

En agosto/94 se hace entrega, al Consejo Centroamericano de Bosques (CCAB), a través del PAFT-CA, de la Guía Modelo de Simplificación de Planes de Manejo propuesta por el CATIE, para los países.

### *Elaboración de la Guía adaptada a las condiciones de cada país.*

Basado en los criterios y fundamentos técnicos del Modelo de Guía Simplificada propuesta por el CATIE, y mediante la realización de un curso taller sobre bases técnicas para el manejo forestal y procedimientos administrativos y con la participación de técnicos de los Servicios Forestales, ONGs y representantes de la empresa privada, se elaboró una Guía Simplificada adaptada a la realidad de cada país.

## **Resultados**

- a) Tres países (Nicaragua, Honduras y Guatemala) han elaborado su propia guía, de acuerdo a sus propios intereses.
- b) Identificadas una cantidad considerable de sitios que reúnen características especiales para ser seleccionados como "Áreas Piloto" y ser puestas bajo manejo utilizando la Guía para la simplificación de planes de manejo.
- c) En cada país, conformada una Comisión Mixta (Sector público y privado) para dar seguimiento a la implementación de los planes de manejo y de la observancia de las Normas y Procedimientos administrativos de parte del Estado, usuarios y propietarios del bosque.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

Se considera que se ha avanzado en gran medida hacia la meta propuesta; no obstante, hay que salvar los siguientes obstáculos:

- Indefinición en las políticas, leyes, reglamentos, normas y procedimientos administrativos del sector forestal, incluyendo inestabilidad laboral del personal técnico, especialmente para el que trabaja en el campo.
- Engorrosos trámites burocráticos, falta de personal técnico y recursos financieros para dar seguimiento a los planes de manejo.
- Falta capacitación del personal encargado de implementar y supervisar los planes de manejo.

- Falta definir dos "áreas piloto" por país para implementar planes de manejo utilizando la Guía Simplificada, con el propósito de dar seguimiento al proceso, detectar fallas, y hacer los ajustes necesarios en el mediano plazo.
- La Guía Simplificada, aprobada por los respectivos Servicios Forestales, debe ser promocionada a las diferentes instituciones involucradas: universidades, organización de madereros, ambientalistas, asociaciones de campesinos (pequeños y medianos productores) etc., a fin de obtener el respaldo para su implementación.
- Buscar los mecanismos necesarios para convencer y fortalecer a los Servicios Forestales para estabilizar y definir políticas y leyes congruentes con la realidad de cada país y con los intereses macro económicos y ecológicos de la Región.
- Existe una actitud positiva y de cooperación de los sectores involucrados en cuanto a la necesidad de hacer del Plan de Manejo una herramienta de gestión, útil y práctica y no un mero requisito que cumplir.
- Se unificaron criterios técnicos sobre silvicultura. inventarios forestales, aprovechamiento mejorado etc.

### **Bibliografía**

FLORES, J. 1995 Informe de avance de las actividades realizadas para la implementación de los Planes de Manejo en Bosques Latifoliados en Centroamérica. Periodo 94/95. Proyecto CATIE/RENARM-Producción en Bosques Naturales (PBN). 9 p.

MARTINS, P. 1994 Unas pocas consideraciones básicas para apoyar el esfuerzo de simplificación de Planes de Manejo. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales. 5 p.

SABOGAL, C. et al : 1994 Resumen de Comentarios, Preocupaciones y Espectativas Captadas en el Proceso de Consultas en los Países sobre la Propuesta de Simplificación de los Planes de Manejo. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales. 5p.

## LOS DESLIZAMIENTOS GENERADOS POR EL TERREMOTO DE LIMON, 1991

Ingrid Vargas. Glenn Hyman. Alvaro Burgos. Sergio Velasquez

**Summary:** Landslides generated by the 1991 Limon earthquake were mapped from Landsat Thematic Mapper satellite imagery. A hard copy of a May 14, 1992 image was used to trace landslide scars on acetate paper. The acetate was digitized on a scanner and imported into a Geographic Information System (GIS) for processing. Over 100 square kilometers of tropical rainforest was affected by earthquake-triggered landslides. It is estimated that approximately 2 million cubic meters of biomass and 1.5 million cubic meters of sediment was delivered to the stream channel and riparian areas. The full implication of the spatial distribution of landslide damage has yet to be determined. There does seem to be some relation with slope gradient although many steep areas close to the epicenter were not affected. The great majority of landslides were located near the Fila Matama and could be related to the Rio Blanco geological fault where the greatest elevation displacements were found.

### Introducción

El 22 de abril de 1991 en la zona Atlántica de Costa Rica ocurrió un terremoto de magnitud  $M_s=7,5$  (Red Sismológica Nacional, 1991). Los resultados fueron entre otros, una gran área afectada por la generación de deslizamientos y la pérdida de un gran volumen de biomasa. Además, causó gran impacto en las desembocaduras de los principales ríos de la región por el transporte de sedimentos. Las zonas más dañadas fueron: la Fila Matama, el Río Barbilla y Chirripó principalmente en la parte media, la cuenca alta del Río Duruy y el Cerro Kus. Los objetivos del presente trabajo fueron mapear la distribución de los deslizamientos, estimar los movimientos de sedimentos y la pérdida de biomasa, y analizar algunos efectos de los deslizamientos en las cuencas hidrográficas de la vertiente Atlántica de la Cordillera Talamanca.

### Materiales y métodos

El trabajo consistió en una foto interpretación de la zona utilizando la imagen en formato pictórico LANDSAT4-TM adquirida el 14 de mayo de 1992, con una composición en falso color, que permite establecer límites tierra-agua, además de analizar las condiciones del suelo y la vegetación, también se logran distinguir las características geomorfológicas y los rasgos en las estructuras geológicas regionales. En azul se representa la banda del visible, en rojo la del infrarrojo cercano y en verde el infrarrojo medio. La escala es 1: 100 000, con una resolución de 25m x 25m y la cobertura de nubes inferior al 1 %.

Las áreas afectadas por los deslizamientos y los ríos de la zona fueron trazados sobre una lámina de acetato. Los elementos que facilitaron la identificación de las áreas desprovistas de vegetación y de suelos fueron los rasgos geomorfológicos, tales como: accidentes en la topografía, textura, color y la tonalidad de las áreas alteradas.

Las láminas de acetato fueron digitalizadas utilizando un "scanner" óptico de formato

grande. Después los datos fueron importados a los dos paquetes de sistema de información geográfica PCI EASI/PACE y ARC/INFO. Se hizo la georeferenciación utilizando las herramientas para procesar imágenes en PCI. Se utilizaron las confluencias de los ríos como puntos de control para georeferenciar el mapa digital. Se hizo un ajuste "rubber sheeting" utilizando una interpolación bilineal para preparar el mapa final.

Una vez georeferenciada, se hizo una transformación "raster to vector" para analizar el mapa de deslizamientos con otros datos geográficos. Se unieron los polígonos de deslizamientos a mapas digitales de curvas de nivel (escala 1:200 000), el epicentro del terremoto, los límites de cuencas hidrográficas, y un índice de mapas de escala 50.000. El mapa fue impreso en una impresora de inyección de tinta de color.

Se presentan gráficas mostrando la relación entre el caudal y las concentraciones de sedimentos para las cuencas hidrográficas de los ríos Pacuare, Barbilla, y Telire. Desafortunadamente, la estación fluviográfica del Río Chirripó, la cual experimentó la mayor cantidad de deslizamientos, fue destruida por los efectos del terremoto y sus réplicas.

## Resultados

Se calculó una área de 100.37 kilómetros cuadrados de tierra afectada por los deslizamientos. Aunque es posible que las pocas áreas de la imagen con nubes presentaron deslizamientos, es poco probable dado que las áreas adyacentes no están afectadas. La imagen del presente estudio fue tomada un año después del terremoto y es posible que se diera un crecimiento de vegetación durante ese período. No obstante esto no se presentó porque un reconocimiento de campo ejecutado dos años después del terremoto demostró que muy poca regeneración había ocurrido (Carlos Picado, comunicación personal). Además, no hay una aparente clase espectral entre el bosque primario y las áreas de deslizamientos; algo que sugiere que hubo poco crecimiento de vegetación. La cifra de 100.37 kilómetros cuadrados es de 40 kilómetros cuadrados menos que otra estimación hecha con fotografías aéreas (Vahrson et al. 1992). Se necesita investigar la diferencia en la cifra del presente estudio y la de Vahrson y otros (1992) para determinar las razones para tan considerable diferencia en las estimaciones. Desafortunadamente el estudio de Vahrson no describe la metodología para hacer el mapa.

Basado en la área afectada por deslizamientos se estima que 2 millones de metros cúbicos de biomasa, y 1.5 millones de metros cúbicos de sedimentos fueron entregados al sistema de drenaje o a las áreas marginales. La cantidad de sedimentos entregada al sistema de drenaje fue calculada asumiendo que había un perfil de suelos y regolita de 2 metros de profundidad y que 75 por ciento llegó a los canales de los ríos.

Las gráficas de concentraciones de sedimentos antes y después del terremoto muestran que en el mismo caudal había aumentos de las concentraciones de hasta dos órdenes de magnitud. En general hay menos relación entre el caudal y concentraciones de sedimentos después del terremoto.

## Discusión

La pérdida en la cobertura vegetal es el resultado de la generación de deslizamientos.

causados por factores tales como: las características litológicas-geotécnicas, estructurales, geomorfológicas y climáticas (principalmente precipitación), y las propiedades de los eventos disparadores (sismos), tipo de ruptura de las fallas, propagación de ondas sísmicas, y otros.

El mayor número de deslizamientos se produjo en la Fila Matama, causados posiblemente por la activación de la Falla Superficial del Río Blanco la cual posee una dirección N43°E y una longitud de 2.2 km (Denyer et al, 1994). Este falla es la responsable de los mayores desplazamientos verticales registrados en toda la región afectada por el terremoto.

Hay muy pocos datos sobre precipitación en la zona, lo cual hace difícil saber el contenido de humedad de suelos antes del terremoto. En otro estudio no se ha encontrado una relación entre las áreas afectadas y la litología de las rocas (Chacón, 1993). El mapa indica que los deslizamientos ocurrieron en las pendientes fuertes. Sin embargo, la falta de deslizamientos en pendientes igualmente fuertes y más cerca al epicentro sugiere que el ángulo de las pendientes no es el único control. Los deslizamientos generados por el terremoto aumentaron las concentraciones de sedimentos en 2 órdenes de magnitud. Las gráficas de las concentraciones de sedimentos y caudal demuestran que habrá dificultades derivando una curva de descarga de los sedimentos después del terremoto. Dado que muchas laderas todavía no han recuperado su vegetación 4 años después del terremoto, lo que hace probable que el aumento en las concentraciones de sedimentos continuará por algunos años más.

## Literatura citada

- Amador, J. A. R.E. Chacón, O.G. Lizano. 1994. Estudio de efectos geofísicos del terremoto de Limón mediante percepción remota y análisis hidrometeorológico. Revista Centroamericana de Geología. Volumen Especial: El Terremoto de Limon. pp. 153-171.
- Chacon, Teresita. 1993. Estabilidad de laderas y el impacto del terremoto de Limon. Tesis de Grado. Heredia: Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional.
- Denyer et al. 1994. Esfuerzos y paleo-esfuerzos de la cuenca de Limon. Revista Geologica de America Central. Volumen Especial: Terremoto de Limon. pp. 39-52.
- Mora, S., R. Mora. 1994. Los deslizamientos causados por el terremoto de Limon: factores de control y comparación con otros eventos en Costa Rica. Revista Geológica de América Central. Volumen Especial: El Terremoto de Limon. pp. 139-153.
- Red Sismologica Nacional. 1991. Datos e información preliminar sobre el sismo de Telire-Limon, 22 de abril de 1991 (MI=7.5) y sus réplicas. Archivos y datos inéditos.
- Vahrson, Wilhelm-Gunther, Sadi Laporte M., Gonzalo Hernández R., Lidier Esquivel V. 1992. Hydrological changes and floods related to the April 22, 1991 earthquake in Limon, Costa Rica. Heredia: Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional.

## LA SIMULACION AUTOMATIZADA DE LLUVIAS APLICACION EN ESTUDIOS DE CONSERVACION DE SUELOS EXPERIENCIAS EN SUELOS DERIVADOS DE MATERIALES VOLCANICOS

Jean Collinet  
Alex Tineo Bermúdez

**Resumen:** Con la finalidad de conocer el comportamiento hidrodinámica de suelos derivados de material volcánico, se realizó la presente investigación en tierras de ladera de Costa Rica, entre junio de 1994 y junio de 1995.

Se utilizó el simulador de lluvias tipo ORSTOM-Asseline-Valentín, adaptado para trabajar sobre este tipo de terrenos.

Se seleccionaron cinco lugares, de los cuales se concluyeron los estudios de campo en dos: San Juan Sur de Turrialba con suelos de textura arcillosa, y Finca Retes de Cartago con suelos de textura arenosa. Los ensayos de simulación se realizaron sobre terrenos con los usos más representativos década lugar: En San Juan Sur se ensayó sobre cultivo de maíz, cultivos en callejones, pastos, y terrenos desnudo; en la Finca Retes se estudió sobre potreros de Kikuyo (*Pennisetum* sp.) y terreno desnudo.

En el presente poster se muestra resultados de ensayos sobre terrenos desnudos (San Juan Sur), y sobre terreno con patos (Finca Retes).

### Introducción

El conocimiento del comportamiento hídrico en los suelos es muy importante; su uso en tierra de ladera consiste, a menudo, en elegir entre dejar escurrir el agua o dejarlo infiltrarse, con riesgos totalmente opuestos: erosión superficial en el primer caso, y derrumbes en el segundo.

El simulador de lluvias es una herramienta de importancia para realizar estudios finos sobre el comportamiento hidrodinámico de los suelos.

Las principales ventajas del simulador son:

La capacidad de hacer mediciones rápidas sin tener que esperar la ocurrencia de las lluvias naturales.

Su capacidad de trabajar con lluvias controlada eliminando el comportamiento impredecible y variable de la lluvias naturales.

Utilizando el simulador de lluvias, modelo, ORSTOM/Asseline/Valentín, entre junio de 1994 y junio de 1995, se realizaron una serie de ensayos en tierras de ladera de Costa Rica.

El objetivo de esta investigación fue conocer el comportamiento hidrodinámico del suelo formado sobre material volcánico, en tierras de ladera.

### Materiales y métodos

La infiltración del agua en diferentes tipos de suelo, el escurrimiento y los riesgos de erosión en estos, son datos útiles que se miden desde hace tiempo. Para ello se han utilizado técnicas con diversos grados de precisión, como:

- Parcelas de escorrentia con lluvias naturales.

- Infiltrómetro de anillo (simple, doble), etc.

Estas técnicas de medición brindan información útil, sobre todo comparativas, pero presentan algunos inconvenientes como:

- Al medir un fenómeno siempre único como son las lluvias naturales, no existe la posibilidad de encontrar dos veces los mismos parámetros.

- Al medir la infiltración bajo el efecto de una lámina de agua (por lo tanto, bajo una carga), se perturba el comportamiento real del suelo.

Las limitaciones de los métodos expuestos pusieron en evidencia la necesidad de técnicas más cercanas a la condiciones naturales, pero sin el azar y los caprichos de esta última. Así se desarrollan los simuladores de lluvia con la finalidad de poder reproducir a voluntad eventos conocidos y controlados, manejando todos los para poner en evidencia su papel.

#### *Lugares de estudio*

San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica

09°53' Lat. Norte 83°42' Long. Oeste

clima: precipitación de 2650 mm/año

temperatura median anual de 19,5°C

Suelo: typic fulvudand

950 msm

Finca Retes, Cartago, Costa Rica

09°58' Lat. Norte 82°54' Long. Oeste

Clima: precipitación de 1687 mm/año

temperatura media anual de 10,0°C

Suelo: typic udivitrands

2880 msm

### **Conclusiones y Recomendaciones**

Con el conocimiento del comportamiento hidrodinámico de cada tipo de suelo, es posible medir y calcular la participación de cada parte de la cuenca en el escurrimiento general; así, por ejemplo, los vitrandisoles con pastos, en las laderas del Volcán Irazú dan escurrimientos importantes (fotografía 11) que deben tomarse en cuenta en los programas de conservación.

La simulación de lluvia brinda parámetros fiables que permiten optimizar los resultados dados por modelos de escorrentía, así como por modelos de predicción de la pérdida de suelos.

La utilización conjunta de estos modelos y de un Sistema de Información Geográfica (SIG), permite la elaboración de mapas de riesgos de erosión superficial y derrumbes; asimismo, modificando los tipos de cobertura se puede simular el comportamiento de una cuenca.

## EVALUACION ECONOMICO-ECOLOGICA DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA MONTANA, CATIE, COSTA RICA

Fernanda C. Tavares, Juan A. Aguirre,  
Pedro Ferreira, Donald L. Kass

**Resumen:** Se comparó, desde el punto de vista económico-ecológica el sistema tradicionalmente utilizado por los productores para el cultivo del maíz en rotación con el frijol, con sistemas de cultivo en callejones y utilización de enmiendas, tales como la aplicación de mulch, utilizando datos de 13 años. Los sistemas en callejones y el tratamiento que recibe mulch de *Gliricidia sepium*, presentan mayores ganancias ambientales unitarias o relación beneficio-costo ambientales. Aún cuando las ganancias ambientales de los sistemas en callejones y con enmiendas son negativas, los datos muestran que los cultivos en callejones sin fertilización nitrogenada son más promisorios.

**Summary** Traditional and agroforestry systems, including alley cropping and the application of mulch, are compared from an economic-ecologic point of view, 13 years of data. Maximum benefit-cost ratios the case of the alley cropping systems and the application of *Gliricidia sepium* mulch. Even though environmental benefits, defined as differences between benefits and costs of environmental improvements, are negative, the analysis shows that the alley cropping systems without additional nitrogen fertilization are the best ones.

### Introducción

En este trabajo, el sistema de uso de la tierra tradicional es considerado como la situación inicial y los sistemas agroforestales son considerados como la situación mejorada. La diferencia entre los costos y beneficios de los sistemas agroforestales y tradicionales después de haber sido cubiertos todos los costos de origen antropogénico, puede ser considerada como imputable a la acción de la mejora agroforestal antropogénica (1). Este trabajo objetiva cuantificar los beneficios debidos a mejoras ambientales en los sistemas agroforestales a una rotación maíz-frijol.

### Materiales y métodos

El experimento fue establecido en 1982 en el área de cultivos de La Montaña, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 9° 53' de latitud norte y 83° 43' de longitud oeste, a una altitud de 602 m sobre el nivel del mar. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar en parcelas subdivididas con tres repeticiones. La parcela grande (12x18 m) corresponde al sistema de manejo (callejones, aplicación de estiércol y aplicación de mulch). La parcela pequeña (6x18 m) corresponde a la aplicación o no de 150 kg/ha de nitrógeno en forma de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

Los tratamientos evaluados fueron: (1) control: Cultivo de maíz y frijol sin árboles y sin aplicación de enmiendas orgánicas; (2) mulch (ramas y hojas) de *Erythrina poeppigiana*, 20 t/ha de materia fresca, aplicada dos veces al año; (3): estiércol de vaca, 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año; (4): mulch de *Gmelina arborea*, 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año; (5): ramas y hojas de *Gliricidia sepium* aplicada de la misma forma que el mulch de poró; (6): cultivo en callejones de *Erythrina poeppigiana* sembrada por estacas de dos metros de altura, a una distancia de 3 x 6 m (555 árboles/ha) podada dos veces al año, a partir de los 12 meses después de su establecimiento; (7): callejones de *Gliricidia sepium* sembrada a 6 x 0,5 m (3333 árboles/ha), plantada por estacas de 60 cm de altura. En los tres primeros años, se sembró en mayo de cada año, maíz (*Zea mays* L., cv. Tuxpeño c-7) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz, cv. Valencia) en las densidades de 30.000 y 10.000 plantas/ha, respectivamente. En noviembre de cada año, después de la cosecha de maíz, se sembró frijol, a una densidad de 100.000 plantas/ha. Después del tercer año, mayo de 1985, no se volvió a sembrar yuca, y el maíz y el frijol pasaron a ser sembrados en densidades de 40.000 y 133.000 plantas/ha respectivamente. Dos veces por año, se podaron los árboles, la primera poda fue realizada en mayo de 1983. Se aplicaron enmiendas en mayo y octubre, inmediatamente antes de la siembra del maíz o del frijol.

La valoración ambiental es posible medirla por diferencia entre los beneficios y costos de la acción agroforestal con respecto a la acción tradicional no agroforestal. El uso tradicional se refiere en este caso al control, que corresponde a la siembra de los cultivos (maíz en rotación con frijol) sin aplicación de enmiendas orgánicas en el suelo. El uso agroforestal es el cultivo en callejones, y el intermedio corresponde al sistema sin árboles, pero con la aplicación de enmiendas orgánicas de *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana* y *Gmelina arborea* o estiércol bovino. En este último, no hay árboles, pero, hay mejora ambiental.

Se calcularon los beneficios netos ambientales o ganancias ambientales sobre el uso tradicional mediante la fórmula:  $GAN=(BX-BT) - (CX-CT)$ , donde BX y BT son los beneficios de los sistemas mejorados (X) y tradicional (T) y CX y CT son los costos de los mismos sistemas.

La relación beneficio/costo o ganancia ambiental unitaria se define como:  $GAN=(BX-BT)/(CX-CT)$ . Además, podemos determinar el impacto de la mejora ambiental (IMA) por tonelada de materia orgánica (ton/ha/año) como  $IMA=GA/Q$ , dividiendo la ganancia por la cantidad Q aplicada por ha por año.

Para las enmiendas con mulch, se calcularon los beneficios totales por parcela, adicionando al tamaño de la parcela el del área que es necesaria para producir los 216 kg de mulch que son aplicados por parcela. Se necesitan 26,58m<sup>2</sup> . 11,02 m<sup>2</sup> y 53,28m<sup>2</sup> adicionales para producir los mulchs de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*, respectivamente para una parcela de 18x6m<sup>2</sup> del ensayo.

## Resultados

De acuerdo con el Cuadro 1, verificamos que la mayoría de los tratamientos presentan mayores beneficios ambientales (BX-BT son positivos), cuando comparados con el tratamiento control (uso tradicional). Los mayores costos ambientales corresponden a los sistemas que reciben estiércol y mulch. Se destaca el bajo costo del mulch de *Gliricidia* en relación a los restantes, lo cual es función de la baja área adicional para producir esta enmienda (11.02 m<sup>2</sup>). Para la ganancia ambiental hubo diferencia significativa entre el sistema que recibe mulch de *Gmelina* y los restantes. Notamos también que hay una tendencia de mayores valores de la ganancia ambiental unitaria para los callejones de *G. sepium* y *E. poeppigiana* y las parcelas que reciben mulch de esta última especie, para los tratamientos no fertilizados. Del examen de las ganancias ambientales netas (GAN) se concluye que la mejora ambiental no es rentable dados los valores negativos observados.

Cuadro 1. Relación beneficio/costo o ganancia ambiental unitaria (GAU), ganancia ambiental neta (GAN) y impacto de la mejora ambiental (IMA).

TRAT	Bx-Bt	Cx-Ct	GAU	Q	GAN	IMA	
S	E. mulch	240,1253	470,7632	0,5101 a	18,544	-230,638	-12,437
I	Estiercol	390,1076	501,8436	0,7773 a	20,94	-111,736	-5,336
N	Gm. mulch	-86,4371	470,1518	-0,1838 b	22,984	-556,589	-24,216
	Gl. mulch	220,6690	270,1518	0,8168 a	20,504	-49,4828	-2,413
N	E. call.	165,8450	207,6916	0,7985 a	16,594	-41,847	-2,522
	Gl. call.	167,9268	207,6916	0,8085 a	20,182	-39,765	-1,97

C	E. mulch	16,2950	470,7632	0,0346 a	18,544	-454,468	- 24,507
O	Estiercol	247,0985	501,8436	0,4924 a	20,94	-254,745	- 12,165
N	Gm. mulc	-311,1470	470,1518	-0,6618 b	22,984	-781,299	- 33,99
	Gl. mulch	35,0691	270,1518	0,1298 a	20,504	-235,083	- 11,46
N	E. call.	-92,8665	207,6916	-0,4471 a	16,594	-300,558	- 18,11
	Gl. call.	-45,9911	207,6916	-0,2214 a	20,182	-253,683	- 12,57

---

Medias seguidas de misma letra no difieren estadísticamente entre si.

### Discusión y conclusiones

Se observa que las ganancias brutas incrementales por unidad de costo total incremental o relación beneficio costo ambiental son mayores para los sistemas que reciben mulch de Gliricidia y para los cultivos en callejones sin fertilización con nitrato de amonio.

Se observa también que las ganancias ambientales netas son negativas en todos los tratamientos. Esto indica que los tratamientos agroforestales solamente se justificarían como sustitutos del tratamiento tradicional (control) debido a la incorporación y cuantificación de externalidades tales como: control de la erosión, aporte de nutrientes al suelo, mantenimiento de la humedad, y en la estabilidad y sostenibilidad de los beneficios ecológico-económicos. Además, se justificaría su adopción donde la mano de obra no es escasa, porque tanto los callejones como las parcelas con que reciben mulch externo, son sistemas que requieren mano de obra intensiva, debido a las constantes podas de los árboles en la propia área o utilizando material de cercas vivas, recuperación de barbechos, etc.

### Literatura citada

- AGUIRRE. J. A. 1995. Elementos de Economía Ambiental Aplicada a la Agroforestería. En publicación, CATIE.
- G. Galloway y a C. Fernandez por el apoyo en la determinación de las áreas adicionales necesarias para la producción del mulch para las enmiendas.

## ESTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO EN UN EXPERIMENTO AGROFORESTAL DE ROTACION MAIZ-FRIJOL.

P. Ferreira, F. Tavares, J. Aguirre Y D. Kass

**Summary:** Thirteen years of data from a maize-bean relay experiment comparing the traditional cropping system with some agroforestry alternatives are analyzed in terms of benefit-cost (B/C) ratios. The stability and sustainability of B/C over years is quantified.

**Resumen:** Se analizan trece años de datos de un experimento de rotación de maíz y frijol comparando el sistema tradicional de cultivo con varias alternativas agroforestales en función de la relación beneficio-costo. Se cuantifica la estabilidad y la sostenibilidad en el tiempo de la relación B/C.

### Introducción

Conway (1987) define estabilidad, como la constancia de la producción de año a año. La sostenibilidad se interpreta como la tendencia en el largo plazo de las variables de interés. En el caso del beneficio económico podríamos definir un sistema como sostenible si el valor de la producción menos el costo de los insumos se mantiene positivo y no decreciente (Barnett et al. 1994). La sostenibilidad y la estabilidad se cuantifican a través de los coeficientes de regresión y variación de una regresión en el tiempo (Ferreira y Kass (1995).

### Materiales y métodos

Se analizan datos de un experimento agroforestal de rotación de maíz y frijol, en el que se utilizan algunos tratamientos con agregado de mulch y otros con árboles en callejones. El mismo fue establecido en 1982 en el área de La Montaña, en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, y medido hasta la fecha, contándose con 13 años de datos. Los frijoles fueron plantados en noviembre y el maíz en mayo de cada año, con densidades de 133.000 y 40.000 plantas/ha, respectivamente.

El diseño fue de bloques al azar, con parcelas divididas, con tres replicaciones. Los tratamientos de las parcelas fueron: (1) Control, sin enmiendas orgánicas. (2) Mulch de Erythrina (ME) poeppigiana, 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces al año. (3) Estiércol de vaca (E), 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año, (4) Mulch de Gmelina arborea (MGm), 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año, (5) Mulch de Gliricidia sepium (MGI), aplicado igual que en el segundo tratamiento, (6) Cultivo en callejones de Erythrina poeppigiana (CCE) sembrada en estacas a distancia de 3x6 m (555 árboles por há), (7) Cultivo en callejones de Gliricidia sepium (CCGI) sembrada a 6x0,5 m (3333 árboles /ha), plantada por estacas. Las parcelas fueron divididas en dos subparcelas y a una de ellas se le aplicó una fertilización nitrogenada (150 kg/ha de  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ).

Durante los tres primeros años del ensayo se intercaló yuca entre el cultivo de maíz y el de frijol, con una densidad de 10.000 plantas/ha, siendo en este caso las densidades de maíz y frijol de 30.000 y 100.000 plantas/ha, respectivamente.

La variable a analizar es la relación beneficio/costo (B/C). Beneficio Neto Unitario, o Factor de Productividad Total (ver Barnett 1994), definido como el cociente entre el beneficio neto y el costo de cada tratamiento.

### Resultados

El análisis de variancia de la variable B/C a lo largo de trece años mostró significancia para todos los tratamientos e interacciones, excepto para la interacción triple año

Tabla 1. Medias del B/C para cada tratamiento a lo largo de los trece años del ensayo.

Tratamiento	Promedio(*)	Sin N	Con N
Control	1.46 a	1.34	1.58
Cult. Call. Gliricidia	1.42 a	1.20	1.64
Cult. en Call. Erythrina	1.14 b	1.18	1.11
Estiércol	1.14 b	1.08	1.20
Mulch de Gliricidia	1.08 b	1.21	0.94
Mulch Erythrina	0.97 c	0.97	0.97
Mulch de Gmelina	0.77 d	0.75	0.79

(\*) Prueba de Duncan al 5%.

Si examinamos las medias por año (Tabla 2) vemos que los años en que se plantó yuca tuvieron altas relaciones B/C.

Tabla 2. Medias de B/C para los trece años del ensayo

1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1.42	1.66	1.58	1.10	1.13	1.06	0.72	0.78	1.04	1.99	0.62	0.74	0.97

En la Tabla 3 se observan medidas de degradabilidad, o sea tendencias en el tiempo de la relación B/C. En general se observa una leve tendencia degradante. El mejor comportamiento corresponde al cultivo en callejones de Gliricidia y el peor al tratamiento control. El tratamiento tradicional es el que presenta la tendencia degradante más pronunciada.

Tabla 3. Medidas de degradabilidad dadas por los coeficientes de regresión de la relación B/C en el tiempo.

Tratamiento	Sin N	Con N
Control	-0.09	-0.09
Cult. Call. Gliricidia	-0.01	-0.03
Cult. en Call. Erythrina	-0.03	-0.05
Estiércol	-0.04	-0.05
Mulch de Gliricidia	-0.02	-0.02
Mulch Erythrina	-0.07	-0.08
Mulch de Gmelina	-0.04	-0.04

En la Tabla 4 se presentan las medidas de inestabilidad alrededor de la tendencia dadas como coeficientes de variación. Se observa mayor estabilidad en los tratamientos sin N. También se observa buena estabilidad del control y del estiércol. No se observa un comportamiento superior de los cultivos en callejones como era esperado, excepto en el caso de Erythrina con N.

Tabla 4. Medidas de inestabilidad dadas por los coeficientes de variación (%) de la relación B/C. en regresiones sobre el tiempo.

Tratamiento	Sin N	Con N
Control	0.24	0.31
Cult. Call. Gliricidia	0.40	0.56
Cult. en Call. Erythrina	0.36	0.29
Estiércol	0.30	0.32
Mulch de Gliricidia	0.36	0.60
Mulch Erythrina	0.35	0.53
Mulch de Gmelina	0.28	0.38

### Conclusiones

Se observan relaciones positivas B/C para la mayoría de los tratamientos, excepto para los mulchs en virtud del alto uso de mano de obra y de la necesidad de áreas adicionales para su producción. En general el tratamiento control es el que muestra los mayores cocientes B/C indicando que los tratamientos no tradicionales no pueden justificarse en base a este indicador. El control es también el de mayor degradabilidad y estabilidad.

### Bibliografía

- Barnett, V., Landau, S. and Welham, S.J. (1994) Measuring sustainability. *Environ. and Ecological Stat.* 1, 21-36 (1994).
- Conway, G.R. (1987) The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24(2), 95-117.
- Ferreira, P. and Kass, D. (1995) Measuring Stability and degradability of agroforestry systems. *Proceedings, International Symp. on Statistics in Agriculture*, CIAT, 1995, 39-52.

## TAMAÑO DE MUESTRA PARA ESTIMAR DENSIDADES DE ESPECIES EN UN MANGLAR: CASO DE PEÑITAS-SALINAS GRANDES, LEÓN, NICARAGUA

Ayerdis R.; Nava, B.; Sigcha S.; Otárola E.; Ferreira P.; Pérez J.

**Summary:** Data collected in a 1994 forest inventory of the Peñitas Mangrove Forest in León, Nicaragua was analyzed. In the inventory, transects were marked each 250m and a total of 1441 circular plots of 100 m<sup>2</sup> were observed each 20 m along the transects. The pattern of species distribution was studied taking into account the frequency of individuals per plot, the result being an agglomerated pattern which not always follows a negative binomial distribution. The required sample size in order to estimate the species density was analyzed, considering the transects as conglomerates and the plots as secondary sampling units. It was concluded that thirty transects with twenty plots each produce an error of approximately 20% in the estimation of the species density.

**Resumen:** Se analizan datos de un inventario forestal realizado en 1994 en el manglar de Peñitas León, Nicaragua en el cual se marcaron transectos cada 250 m y en ellos se observaron 1441 parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup> tomadas cada 20 m. Se calculó el patrón de distribución de las especies tomando en cuenta la frecuencia de individuos por parcela, cuyo resultado fue un patrón aglomerado pero que no siempre se ajusta a una distribución binomial negativa. Se analiza el tamaño de muestra necesario para estimar la densidad de las especies, tomando los transectos como conglomerados y las parcelas como unidades secundarias de muestreo. Se concluye que 30 transectos con 20 parcelas cada uno llevan a un error aproximado del 20% en la estimación de la densidad de las especies.

### Introducción

El estudio comparativo de la distribución espacial de *Laguncularia*, *Rhizophora*, *Avicennia* y de otras especies que no son propias del manglar, permite sacar conclusiones del comportamiento social de estas especies. Por otra parte, es importante estudiar los tamaños de muestra, en términos del número de transectos y de parcelas dentro de transectos para apoyar el planeamiento futuro de muestreos en manglares. El análisis se basó en los datos obtenidos por el proyecto MARENA/OLAFO en 1994 y en una revisión de literatura (ver referencias (1) - (3)).

### Metodología

El diseño del inventario forestal fue sistemático en líneas perpendiculares a esteros y caletas externas, en las zonas 5, 3 y 1 las líneas fueron ubicadas cada 250 m. y en la zona 2 cada 200 m. Las parcelas fueron ubicadas cada 20 m. en los primeros 200 ó 300 m. y cada 40 m. en la parte trasera del manglar, con la intención de aumentar la intensidad de muestreo en la zona de mayor influencia por los leñadores y con menor intensidad en la zona de menor o ninguna influencia por los leñadores o por los impedimentos técnicos.

El análisis estadístico de patrones de distribución consistió en el cálculo de densidades (media  $M$  del número de individuos por hectárea) y comparación con las correspondientes varianzas. Posteriormente se probó el modelo binomial negativo mediante una Prueba Chi-cuadrado.

El estudio de tamaño de muestra se realizó considerando los transectos como conglomerados y las parcelas como unidades secundarias de muestreo. Se calcularon las varianzas entre y dentro de conglomerados utilizando el procedimiento MIXED del Sistema Estadístico SAS y de ahí se dedujo la varianza del estimador (fórmula (9.19) en (4)) y el porcentaje de error ( $2(\sqrt{\text{Var}(M)} / M) \times 100\%$ ).

## Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las densidades medias  $M$  (individuos por hectárea) y sus varianzas correspondientes. Se observa que  $s^2$  es mayor que  $M$  en todos los casos, lo cual es característico del patrón aglomerado. Se presenta también el parámetro  $K$  (estimado como  $M^2/(s^2-M)$ ) la distribución binomial negativa el cual es inversamente proporcional al nivel de aglomeración de la especie.

**CUADRO 1. PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LAS ESPECIES POR PARCELA**

	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5	Especie 6	Especie 7
<b>M</b>	460.72	581.96	264.40	1.66	1.94	4.79	0.76
<b>s<sup>2</sup></b>	75.85	80.00	23.98	0.08	0.04	0.18	0.02
<b>K</b>	0.298	0.456	0.328	0.004	0.023	0.017	0.007
<b>Chi<sup>2</sup></b>	136.54 **	83.83 **	246.95 **	1.93 NS	4.24 *	1.42 NS	0.69 .

Por los valores de  $K$  se observa que las especies 1 y 3 del manglar, que corresponden a *Langucularia* y *Rhizophora*, presentan un patrón más aglomerado que la especie 2 (*Avicennia*). Los  $K$  de las especies que no son del manglar (de la 4 en adelante) muestran un patrón más aglomerado, que el mostrado por las especies propias del manglar. La prueba de  $\text{Chi}^2$  rechaza la distribución binomial negativa en cuatro de las siete especies. Se comprobó que esto es debido a que muchas parcelas tienen presencia muy baja o nula de individuos.

**CUADRO 2. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA MEDIA DEL NUMERO DE INDIVIDUOS**

ESPECIE	NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%	ESPECIE	NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%
1	8.20 ± 0.72	5	1.50 ± 0.15
2	8.21 ± 0.77	6	1.81 ± 0.54
3	5.83 ± 0.45	7	1.37 ± 0.37
4	3.00 ± 0.89		

Los intervalos de confianza (Cuadro 2) muestran una mayor precisión porcentual en el cálculo de la media en las especies 1, 2 y 3 que son las de mayor ocurrencia (pues son las especies propias del manglar).

**CUADRO 3. PORCENTAJES DE ERROR AL ESTIMAR LAS DENSIDADES DE CUATRO ESPECIES DE ACUERDO AL NUMERO DE TRANSECTOS Y PARCELAS**

N° Línea	N° Parc	Error %	Error%	Error %	Error%
	5	62.86	68.95	53.34	58.79
5	10	54.27	62.68	47.43	52.22
	20	49.41	59.30	44.18	48.60
	30	47.68	58.13	43.04	47.33

	5	44.45	48.75	37.72	41.57
10	10	38.37	44.32	33.54	36.92
	20	34.94	41.93	31.24	34.36
	30	33.72	41.10	30.43	33.47
	5	31.43	34.47	26.67	29.40
20	10	27.13	31.34	23.72	26.11
	20	24.70	29.65	22.09	24.30
	30	23.84	29.06	21.52	23.67
	5	25.66	28.15	21.78	24.00
30	10	22.15	25.59	19.36	21.32
	20	20.17	24.21	18.04	19.84
	30	19.47	23.73	17.57	19.32
	5	22.22	24.38	18.86	20.79
40	10	19.19	22.16	16.77	18.46
	20	17.47	20.96	15.62	17.18
	30	16.86	20.55	15.22	16.73
	5	19.88	21.80	16.87	18.59
50	10	17.16	19.82	15.00	16.51
	20	15.62	18.75	13.97	15.37
	30	15.08	18.38	13.61	14.97
	5	18.78	20.60	15.94	17.57
56	10	16.21	18.73	14.17	15.60
	20	14.76	17.72	13.20	14.52
	30	14.25	17.37	12.86	14.14

El Cuadro 3 muestra que es preferible aumentar el número de transectos más que el número de parcelas dentro de transectos para una misma intensidad de muestreo. También muestra que con 30 transectos y 20 parcelas por transecto se alcanza un error aproximado del 20% y no vale la pena aumentar mucho más el tamaño de la muestra.

## Conclusiones

1. En la distribución de la vegetación nuclear del manglar (especies estrictamente del manglar) tanto *Laguncularia racemosa* (1) como *Avicennia sp.* (2) y *Rhizophora sp.* (3) mostraron un patrón aglomerado que no se ajusta a una distribución binomial negativa. Se observó una alta frecuencia para parcelas con cero árboles lo que afectó significativamente el valor de Chi-cuadrado calculado.
2. En cuanto a los árboles estudiados que no corresponden a especies estrictamente de manglar se encontró que su patrón de distribución correspondía efectivamente a una distribución binomial negativa.
3. Las especies propias del manglar (de la 1 a la 4) tienen una variación mayor que las especies de bosque seco (de la 5 a la 13) que han ocupado áreas de manglar.
4. Es conveniente muestrear un mayor número de transectos que aumentar el número de parcelas por transecto. Se recomienda formar 30 transectos con 20 parcelas cada uno, pues el aumento en precisión es poco de este tamaño de muestra en adelante.

**Bibliografía consultada**

ARAUZ, M y ARGÜELLO, D. 1984. TESIS. Estudio preliminar de la flora de la "Isla Venado". Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León. Nicaragua. p 49

HURTADO, N y CAMACHO, J. 1994. Informa sobre Manglares de Nicaragua, América Central. In En el ecosistema de manglar en América latina y la cuenca del caribe: su manejo y conservación. Suman, D. editor. Universidad de Miami & The Thinker Foundation. N.Y. p 263.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1992. Estudio faunístico de la Isla Juan Venado. León. Nicaragua. p 28

SCHEAFFER, R., MENDENHALL, W., y OTT, L. 1987. Elementos de muestreo. Grupo editorial Iberoamericano. S.A. de C.V. México, DF. 321 p.

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN  
Y ENSEÑANZA  
(CATIE)**

**LAS NECESIDADES DE REORIENTACION DE LA INVESTIGACION  
CIENTIFICA AGROPECUARIA Y DE LOS RECURSOS NATURALES  
CON MIRAS AL SIGLO XXI**

**por**

**Rubén Guevara Moncada**

**Presentado en la II Semana Científica del CATIE**

**4 - 6 Diciembre, 1995**

**Turrialba, Costa Rica**

## **RESUMEN**

•

# **LAS NECESIDADES DE REORIENTACION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA AGROPECUARIA Y DE LOS RECURSOS NATURALES CON MIRAS AL SIGLO XXI**

**Rubén Guevara Moncada**

El último lustro del siglo 20 en América Latina y el Caribe conllevará cambios rápidos en la estructura de los gobiernos de las naciones, en el comercio, en el protagonismo del sector privado, en el papel de los consumidores agrícolas y en el auge de la producción agrícola con consideraciones ambientales, los que demandarán una reorientación de las estrategias de investigación científica agropecuaria, forestal y del manejo de los recursos naturales. Adicionalmente, la generación de ciencia y tecnología en ciertos campos del saber tales como en la informática, la comunicación, la biología molecular, la ingeniería genética y en asuntos de la economía como los mercados financieros, la integración y la globalización exigen que tal reorientación se dé cuanto antes para influir positivamente en el desarrollo sostenible de nuestros pueblos.

El presente documento presenta un análisis general que brinda puntos de vista en relación a nueve factores asociados a estos cambios que incidirán directamente en la necesidad de reorientar la investigación científica en América Latina y el Caribe en ciencias agropecuarias y de los recursos naturales y del medio ambiente.

**Palabras Clave:** Reorientación de la investigación científica, papel protagónico del sector privado, combate de pobreza, desarrollo sostenible.

# **LAS NECESIDADES DE REORIENTACION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA AGROPECUARIA Y DE LOS RECURSOS NATURALES CON MIRAS AL SIGLO XXI**

## **INTRODUCCION:**

**Nuestra labor científica es sumamente importante para nuestros pueblos y para nuestros paises porque incide positivamente en el bienestar de la población, en el progreso de nuestras naciones y en el avance de la sociedad hacia mejores horizontes de calidad de vida.**

**Los ejecutivos que dirigimos investigación científica somos quienes tenemos bajo nuestra responsabilidad la dirección de acciones de investigación en agricultura y manejo de recursos naturales en el trópico americano, de entender las interacciones entre la protección ambiental y el desarrollo y por ende en cuyos hombros descansa la esperanza o desesperanza de nuestro porvenir.**

**Si, es cierto que también existen otras grandes gestas que son vitales, para el desarrollo de nuestros paises. Sin embargo, los alimentos en calidad, cantidad y precio adecuado; los recursos naturales manejados integral y sabiamente y un medio ambiente sostenible nos conducen a tener ciudadanos sanos, fuertes, para generar mas riqueza y mas bienestar para las futuras generaciones.**

**Sin alimentos suficientes, con paramos yermos y con desequilibrio ambiental no es posible el desarrollo.**

**Esta introducción me trae ahora a referirme al tema de la presentación: la reorientación de la investigación científica y la necesidad de que las instituciones que dirigimos hagamos un alto en el camino para asegurarnos que vamos por el camino correcto. En este alto es necesario tomar en cuenta razones poderosas para llevar a cabo tal reorientación.**

## **FACTORES DE CAMBIO**

Existen numerosos factores de cambio que incidirán en las instituciones de investigación científica en ciencias agropecuarias, forestales y de los recursos naturales en América Latina y el Caribe en los próximos cinco años. Sin embargo, las más relevantes son abordadas en este documento sin entrar en detalles, con el fin de establecer un punto de partida que permita una discusión más amplia al respecto.

Abordaré las más importantes:

**Primero: Los procesos de modernización del papel del estado y los ajustes estructurales de nuestras economías están conduciendo a la reducción del tamaño de las burocracias estatales, la reducción del gasto público (incluyendo las aportaciones a las universidades y/o a la investigación), la reorientación del papel del gobierno hacia la normatividad alejado de la producción o de actividades competitivas con el sector productivo privado, dando paso a un sector privado protagónico, donde las leyes del mercado "controlan" la producción, el comercio y la dotación de servicios otrora públicos, tales como las telecomunicaciones, la extensión o la misma investigación.**

Esto conduce a que las fuentes de financiamiento de la investigación estén cada vez más en manos del sector privado. Esta nueva dinámica requiere de una refocalización de la misma, la que demandara altas dosis de gerencia, conocimientos de informática y aspectos empresariales, dominio del tema de la propiedad intelectual y la co-inversión en negocios derivados de los resultados de la investigación y sobre todo eficiencia, efectividad e impacto.

**Segundo: La cooperación externa no reembolsable esta reorientando su objetivo, de aquella para el desarrollo con implicaciones filantrópicas y ambientales hacia aquella para el posicionamiento estratégico con implicaciones económicas.**

Los países desarrollados están reorientando su cooperación con miras a fortalecer su comercio y sus intereses político-estratégicos. Los Estados Unidos de América están liderando esta tendencia.

Adicionalmente, los flujos de capital del norte al sur, del sector privado son cada vez mayores que aquellos provenientes de la cooperación bilateral y multilateral. En 1993, los flujos de capital del sector privado, sobrepasaron en 5 veces el de la cooperación no reembolsable y reembolsable de los organismos de desarrollo. Al igual que en el factor anterior, la acción protagónica esta cada vez mas en el sector privado.

**Tercero: La globalización y la integración y sus implicaciones en la producción, el comercio, la inversión, la geopolítica y el medio ambiente. El andamiaje económico de nuestros países pasan, de basarse en las ventajas comparativas e.g. Dotación de recursos naturales o su localización geográfica, a basarse en las ventajas competitivas e.g. Eficiencia, competitividad, calidad de los productos y precio.**

Esta tendencia nos obliga a que nuestra investigación y a que nuestras instituciones se tornen en factores preponderantes en la producción, en el comercio, en la gestión empresarial y en el fortalecimiento del gobierno en su papel de facilitador y normador.

Nuestros investigadores y la generación y adaptación de ciencia y tecnología deben ser reorientados para privilegiar las ventajas competitivas de nuestros países de manera que salgamos airoso de esta nueva orientación de las relaciones económico-políticas de nuestras regiones.

Esta tendencia es evidente en Asia y Europa en donde existe una alta protección de la agricultura. América Latina y el Caribe van por el mismo camino.

Los resultados de la investigación deben ser adaptables de manera que permitan la movilidad porque las fronteras geográficas serán cada vez más irrelevantes, la internacionalidad y el manejo de información regional o global serán la clave del éxito, aunque el uso de la tecnología sea muy localizado o focalizado.

**Cuarto:** La competencia en el sector privado basada a la atruición, en la cual el pez grande se come al pequeño, cambia a la competencia basada a las alianzas estratégicas donde las fortalezas de grandes y pequeños se suman para competir con otros bloques empresariales de otros lares. Esto hace que empresas se fusionen, que se diversifiquen y que pasen del enfoque (y protección) nacional a uno regional o global (en libre competencia).

En este contexto el papel de las redes de investigación y alianzas estratégicas se magnifican por su prestancia en la unión de esfuerzos conducentes la generación e intercambio de nuevo conocimiento, experiencias; la eliminación de las duplicidades y la complementariedad.

**Quinto:** El poder se desplaza una vez más de aquel basado en la dotación de recursos naturales (antes de la revolución industrial), el dinero y la habilidad en manejarlo y generarlo (las ultimas dos centurias) hacia aquellos que manejan o generan la información y el conocimiento.

En las postrimerías del siglo 20, las herramientas de la informática y la comunicación en su más amplio contexto, se vuelven instrumentos vitales para la sobrevivencia en un

mundo competitivo, globalizado y en el que la batuta la tiene el sector privado, entendiéndose por este a toda actividad en la que no está involucrado el gobierno.

La investigación debe hacer uso de la informática y la comunicación; la investigación debe utilizar los adelantos de otras latitudes para adaptarlas y utilizarlas en nuestro beneficio lo más rápidamente posible.

También los derechos de propiedad intelectual ganan un auge inusitado y nuestras instituciones deben darle la dimensión que les corresponden. Incluso, de tal protección debe generarse ingresos para nuestras instituciones mediante su mercadeo oportuno.

Francis Bacon lo predijo hace mucho tiempo: el conocimiento es poder.

**Sexto:** La agricultura pierde terreno en términos de: cantidad de la población dedicada a ella; su contribución al empleo, al producto interno bruto y a las exportaciones; protagonismo social (ahora los problemas están en la ciudad); y en posición estratégica debido a la competencia internacional.

Nuestros países se están volviendo urbanos y los porcentajes de población campesina son cada vez menores.

Sin embargo, los recursos naturales ganan terreno e importancia en vista del movimiento ambiental asociado con la biodiversidad; el cambio climático, la contaminación de agua, suelo y aire; la conservación de ecosistemas frágiles o el valor biológico, genético, estético o cultural y en general por su percepción en el ámbito internacional como el eslabón vital para la sobrevivencia de la raza humana y del planeta como villa global.

**Esta dicotomía de una agricultura menos protagónica y unos recursos naturales en una posición de la más alta prioridad en el contexto de la protección del medio ambiente y del desarrollo sostenible, nos obliga a reorientar la investigación para incluir las consideraciones ambientales con un enfoque integral que incluya elementos de ambos, en un continuum, para la producción agropecuaria y forestal sostenible, con consideraciones globales.**

**La investigación científica debe responder a los retos que surgen de la necesidad de explotar los nichos de oportunidad resultantes del movimiento ambiental y de la globalización, para producir productos que tengan ventajas competitivas en los mercados nacionales e internacionales.**

**El papel de la ingeniería genética aplicada a la agricultura gana mas relevancia en este contexto. Los enfoques ecoregionales, la multidisciplinariedad y los esfuerzos colaborativos ganan auge en la investigación científica.**

**Séptimo: Los consumidores y usuarios están demandando cada vez más, productos, bienes y servicios que sean producidos con la consideraciones ambientales necesarias para el desarrollo sostenible. En Europa, E.U.A. y Japón, existe un mercado cada vez mayor para productos avalados con "sello verde" o con certificación ambiental.**

**Los consumidores de productos agrícolas y forestales de los mercados internacionales están empezando a sostener la sartén por el mango: ellos deciden que quieren; ellos deciden que productos demandan.**

**Octavo: En las postrimerías del siglo 20 la única constante es el cambio. La velocidad de los cambios en tecnología sobre todo en las áreas de la informática, la comunicación, la biología molecular, la ingeniería genética, y los mercados financieros es tan veloz que en**

un parpadeo nos volvemos obsoletos. Nuestra capacidad en el manejo del cambio y en influenciarlo debe ser de calibre mundial. Ya no nos podemos dar el lujo de establecer nuestras metas en base a los países vecinos o en base a que no somos último en la lista de países subdesarrollados, si no más bien a la par de los mejores.

En la época en que el poder se basó en la dotación de recursos naturales, el tamaño geográfico era muy importante, cuando se basó en el dinero, la producción de bienes y servicios era lo relevante, no teníamos mayores opciones de entrar en las grandes ligas del desarrollo.

Hoy, en que la información y el conocimiento son la clave para competir, con la investigación ejecutada, con estas nuevas orientaciones, podemos aspirar a ingresar a la liga de naciones privilegiadas.

En Asia se percataron de esto desde hace más de 30 años y hoy tenemos el ejemplo de Singapur, Taiwan, Malasia, Hong Kong y otros "tigres" emergentes que nos dan un gran ejemplo de un estilo de desarrollo basado en el manejo de la información y el conocimiento.

Los analfabetos del siglo 21 serán aquellos que no dominen la informática y porque no decirlo, aquellos que no dominemos más de un idioma!!!

**Noveno: En América Latina y el Caribe más de 2/3 de la población está por debajo del límite de pobreza. Esto implica que existen más de 200 millones de pobres en nuestra región. Tal situación es a todas luces inadmisible e inaceptable.**

**Por la vía del uso eficiente de la tierra y los recursos naturales, la investigación, en conjunción con los demás grandes actores del desarrollo, se puede contribuir al combate de la pobreza rural y urbana. Hasta ahora. Nuestro impacto es loable pero falta un duro camino por recorrer.**

**La investigación debe contribuir con las herramientas, la creatividad y la tecnología para ayudar a otros a generar riqueza en armonía con la naturaleza; a gestar una transformación de nuestra familias rurales (mujeres, hombres y niños), para aprovechar las coyunturas del cambio y de las condiciones que se dan hoy en día en el desarrollo sostenible.**

**La interacción y trabajo conjunto con la educación/capacitación, transferencia, asistencia técnica y la extensión nos conducirá rápidamente al combate de la pobreza.**

**En el corto plazo será necesario contribuir con investigación aplicada que agregue valor a los recursos naturales, a los productos agropecuarios pero en un proceso acelerado hacia el uso de la información y la ciencia de punta para acortar la distancia con los pueblos en estudios de desarrollo mas adelantados. Este es un gran reto para el CATIE en las postrimerías del siglo 20 y a principios del siglo 21.**

## **CONCLUSION**

**La reorientación de la investigación científica del futuro nos debe conducir a reorientar nuestras metas a: generar ciencia y tecnología que responde a los retos y oportunidades antes expuestas y a muchos otros; a incidir en la vida nacional y regional (como mínimo) para sensitivizar a nuestros líderes gubernamentales, empresariales y a los que hacen opinión, que debemos aunar esfuerzos para enfrentar este nuevo paradigma del desarrollo; a proteger el ambiente sin afectar la producción de alimentos; a generar riqueza para combatir la pobreza; a capturar nichos de oportunidad derivados de los cambios en el comportamiento de los consumidores.**

**Nuestros investigadores deben contar con la capacidad técnica y gerencial, la visión, el liderazgo y las herramientas cognoscitivas que les permitan la adaptación rápida a nuevas circunstancias; el autoaprendizaje para mantenerse vigentes y actualizados; la habilidad de trabajar en diferentes ambientes y con personas de diferentes culturas e ideologías y en general, el enfrentamiento de nuevos y mas complejos retos del nuevo siglo en donde imperará una agricultura diferente, posiblemente con un auge renovado, inducido por una población más afluente y sensitiva a la protección del medio ambiente.**

**Nuestras instituciones deben asociarse con el sector privado en alianzas estratégicas, simbióticas y sinérgicas que fortalecen a ambos; deben someterse al ojo escudriñador de los clientes para actualizarse constantemente; deben ser evaluadas por evaluadores externos que recomienden cambios en su modus operandi para mejorar; y deben dar prioridad a la excelencia científica a expensas de las prevendas políticas o económicas de los empleados o estudiantes universitarios.**

**Hoy en día es difícil ver otro camino. O cambiamos o posiblemente fenezcamos.**

**Nuestra gran responsabilidad como gerentes de las instituciones que mas influyen en nuestro futuro, en nuestro destino, en nuestro porvenir, por la vía de la generación de ciencia, tecnología y nuevos conocimientos, nos obliga a poner el mejor de**

**Nuestros esfuerzos con altruismo y pragmatismo de manera que pronto los gananciosos sean nuestros países, nuestra sociedad y a la larga nuestro planeta tierra.**