

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 36

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1986

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 36(1) 1-136

<i>Evaluación de los requerimientos hídricos en el Pacífico Norte de Costa Rica (en español)</i> O E Rojas	1
<i>Los efectos de algunos procedimientos de esterilización sobre las propiedades biológicas, químicas y físicas de suelos (en inglés)</i> L H Liegel	11
<i>Infestación por el chinche verde de frijol <i>Acrosternum arginatum</i> (Palisot de Beauvois) sobre rendimiento de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Su efecto (español)</i> G.J. Hallman C G Morales J.M.J. Hollands A Oree	21
<i>Variaciones anuales en el contenido del nitrógeno fósforo y potasio en hojas de una plantación de limón sutil (<i>Citrus aurantifolius</i> Swing) en las costa del Perú (en español)</i> V Sócalo L Guzmán	25
<i>Almacenaje de tubérculos en Nigeria: métodos tradicionales y modernos (en inglés)</i> E O Etejere R B Bhat	33
<i>Variabilidad en las poblaciones de tiquisque morado (<i>Xanthosoma violaceum</i>) en relación con el material de propagación I. Peso del propágulo y presencia o ausencia de yema terminal (en español)</i> J A Soto, J A Arze	39
<i>Las oportunidades para manejo y la sucesión de árboles en plantaciones para sombra en el café (en inglés)</i> P L Weaver, A Birdsey	47
<i>Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. (en español)</i> L R Valverde R Araya	59
<i>La influencia de madurez fisiológica y el lapso entre cosecha y almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla en el hule (<i>Hevea spp.</i>)</i> L.P. Barrueto, I da P. Pereira, M A Neves	65
<i>Dinámica poblacional de la babosa (<i>Vaginulus plebeius</i>: <i>Stylomenatophora</i> Veronicellidae) en lotes de maíz-frijol en relevo (en español)</i> K L Andrews F Lema	77
<i>Variabilidad en las poblaciones del tiquisque morado (<i>Xanthosoma violaceum</i>) en relación con el material de propagación. II. Peso, prebrotación y seccionamiento del propágulo (en español)</i> J A Soto, J A Arze	81
<i>La dinámica energética en los sistemas de producción de alimentos y el papel de la producción animal: unas observaciones (en inglés)</i> O E. Sala	91
<i>Comportamiento de métodos de injerto en la propagación asexual del tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.) en Piura, Perú (en español)</i> L R Ramírez, A Montesinos, L Guzmán	99
<i>Factores capacidad-intensidad del sodio en suelos de la llanura pampeana (en español)</i> C Y Andreoli, N Peinemann	105
<i>Comunicaciones</i>	111
<i>Daños causados por insectos en fustes de especies maderables en los bosques de Moquehue (en español)</i> H E. Giganti	111
<i>Cinco especies de <i>Paspalum</i> (Graminaea) por obtención de plantas por cultivo in vitro de ovarios (en español)</i> O A Bovo	117
<i>Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) (en portugués)</i> A E Boaretto, T Muraoka A P Cruz, C Daghljan	120
<i>Comportamiento del naranjo dulce en Venezuela (en español)</i> L Avilán	123
<i>Ecología de la polilla del repollo, <i>Plutella xylostella</i> (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). II. Ciclo de vida (en español)</i> P.J. Salinas	130
<i>Notas y comentarios</i>	9, 19, 64, 135
<i>Reseñas de libros</i>	24, 32, 38, 75, 76, 80, 98



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

### Summary

*This is a study to determine the water requirements for developing agriculture in the North Pacific region of Costa Rica. When dealing with perennial crops, two agroclimatic models have been designed to simulate the development of soil water reserves, water balance and irrigation.*

*These are recurring models, employed on a daily basis. Figures for daily rainfall and potential evapotranspiration are the climatic input data. Other data include the useful reserve (UR) and the readily usable reserve (RUR). The study seeks to obtain optimum bioclimatic conditions while maintaining a maximum level of evapotranspiration (MET) by means of irrigation.*

*The findings are presented in statistical terms, to facilitate user interpretation.*

### Introducción

Como seres vivientes, las plantas necesitan del agua para producir la materia vegetal y, sobre todo, para asegurar la función de la transpiración. Sus necesidades se manifiestan con una intensidad variable a lo largo de todo su ciclo vegetativo. Las condiciones naturales de abastecimiento en agua (humedad del suelo, cantidad y distribución de las lluvias) no siempre se adaptan a sus exigencias biológicas. Si este abastecimiento es muy débil, la función de la irrigación es aportar los complementos de agua necesarios y suficientes para obtener una buena producción.

El objetivo del presente estudio fue el de analizar la región del Pacífico Norte de Costa Rica, que pre-

senta problemas de sequía, que han ocasionado serias pérdidas en los cultivos. Para el análisis se utilizó un modelo simple, que calcula el balance hídrico teórico del día; además, se empleó un modelo que estima la irrigación a partir de los resultados obtenidos en dicho balance. Para una mejor interpretación de los resultados, estos se presentan en términos estadísticos.

### Materiales y métodos

Se utilizó los datos de nueve estaciones meteorológicas ubicadas en la región físico-geográfica denominada Pacífico Norte o Seco de Costa Rica. Las coordenadas y el número de años de registro de la precipitación para estas estaciones aparecen en el Cuadro 1.

El procesamiento de los datos se realizó en un computador IBM 4331 y el programa fue escrito en FORTRAN IV. Los datos climáticos que sirven de entrada al modelo son: la precipitación pluvial diaria, el brillo solar diario y las temperaturas máxima y mínima diarias, contenidos en el banco de datos agroclimáticos de Costa Rica (3). Con estos últimos datos se estima la evapotranspiración potencial (ETP) por medio de la fórmula de Priestley y Taylor (2). Además, se introducen los valores de la reserva útil del suelo (RU), a partir de la cual se estima la reserva

---

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 14 de setiembre de 1985.  
El presente artículo forma parte de los resultados obtenidos por el Proyecto de Agroclimatología del IICA, establecido dentro del marco de Cooperación IICA-ORSTOM (Francia). Se agradece al Dr. Michel Eldin y al Dr. Jean-Paul Lhomme, Especialistas en Agroclimatología del ORSTOM, así como al Dr. Michel Montoya, Director de la Oficina del IICA en Nicaragua, por el apoyo brindado al mismo.

\* Especialista en Agroclimatología  
IICA -- Sede Central, Costa Rica

difícilmente utilizable (RDU). Para este estudio se tomó  $RU = 100 \text{ mm}$  y  $RDU = 0.5 \text{ RU}$ .

### Modelo del balance hídrico teórico

Se utiliza un modelo simple del balance hídrico teórico del día, que simula las interacciones entre la atmósfera, el cultivo y el suelo (1, 4, 5). La ecuación que traduce el balance hídrico en forma diaria se escribe:

$$RH_j = RH_{j-1} + PE_j - ETR_j - D_j$$

donde,

$RH_j$  valor de la reserva hídrica del suelo el día  $j$

$RH_{j-1}$  valor de la reserva hídrica del suelo al día  $j-1$

$PE_j$  precipitación pluvial eficaz el día  $j$

$ETR_j$  evapotranspiración real el día  $j$

$D_j$  drenaje del día  $j$

Esta ecuación sirve como relación recurrente para calcular las reservas hídricas diarias sucesivas

### Aplicaciones del modelo del balance hídrico

1. **Análisis frecuencial de la reserva hídrica del suelo, RH.** Como resultado de este modelo se obtiene una matriz con los niveles diarios de la reserva hídrica del suelo de dimensión  $RH (n, 366)$ , con  $n$  = número de años de registro. Con el propósito de determinar las décadas del año que presentan problemas de sequía, se calcula a partir de la matriz, para cada década, la frecuencia con la cual ocurren diez días consecutivos secos. Se considera un día seco como un día con una reserva hídrica inferior a la reserva difícilmente utilizable (RDU)

2. **Estudio del período de sequía.** Para cada año de registro se determina el número máximo de días consecutivos secos para el o los períodos de sequía; se forma una muestra de tamaño  $n$  y se calculan los siguientes parámetros estadísticos: máximo (MAXI) y mínimo (MINI) de la serie, la mediana (MEDN), el primer (QNT 1) y cuarto (QNT 4) quintiles, la media (MED), la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV).

3. **Estudio de la diferencia de evapotranspiración.** A partir de la matriz  $DH (n, 366)$ , que contiene los valores diarios de la diferencia entre el nivel de evapotranspiración máxima (ETM) y el de evapotranspiración real (ETR), que representa un déficit hídrico del cultivo, se calcula los parámetros estadísticos anteriormente mencionados.

Esta diferencia se origina cuando el suelo se encuentra insuficientemente provisionado en agua o cuando la planta es fisiológicamente incapaz de asegurar el gasto de agua resultante de la demanda climática; en este momento el régimen de evapotranspiración máxima no se alcanza y la planta se encuentra en régimen de evapotranspiración real, que es menor a ETM ( $ETR < ETM$ ).

El cierre parcial de los estomas reduce el intercambio gaseoso de la planta con la atmósfera y frena su actividad fotosintética. Se admite generalmente que para una especie dada la reducción de los flujos de vapor de agua y de gas carbónico es sensiblemente la misma, resultando que los fenómenos de evapotranspiración y de fotosíntesis aparecen como proporcionales, esto es:

$$\frac{MS_o - MS}{MS_o} = \frac{ETM - ETR}{ETM}$$

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas empleadas en el estudio agroclimático del Pacífico Norte de Costa Rica.

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (msnm)	Años de Registro Precipitación
Cañas	10° 25'	85° 05'	95	27
Iladelfia	10° 26'	85° 35'	17	23
Liberia	10° 36'	85° 32'	85	16
Nicoya	10° 05'	85° 27'	120	28
Puntarenas	9° 58'	84° 50'	3	25
Quebrada Grande	10° 51'	85° 30'	366	26
Santa Cruz	10° 16'	85° 35'	54	29
Taboga	10° 21'	85° 09'	40	10
Tilarán	10° 28'	84° 58'	562	28

donde.

MS<sub>0</sub> producción de materia seca durante ETM  
 MS producción de materia seca durante ETR

**Modelo de irrigación**

El objetivo del presente modelo es calcular, para cada año de registro, el número de irrigaciones necesarias para obtener una "optimización bioclimática"; esto significa mantener el nivel máximo de evapotranspiración.

Sin embargo, ello no implica necesariamente una situación óptima desde el punto de vista económico, ya que el producto marginal (PM<sub>g</sub>) resultante de una irrigación puede ser inferior al costo marginal (CM<sub>g</sub>) del agua.

Se continúa con el principio del balance hídrico diario:

$$RH_j = RH_{j-1} + PE_j - ETM_j - D_j$$

pero esta vez en lugar de utilizar ETR<sub>j</sub> se empleará ETM<sub>j</sub>, porque RH va a fluctuar solamente entre RDU y RU.

Se irrigará cada vez que se cumplan las dos condiciones siguientes:

$$\text{Se irriga si } \left\{ RH_j < RDU \right\} \text{ y } \left\{ RH(n, j + 9) < RDU \right\}$$

RH(n, j + 9) representa el valor de la reserva hídrica del día j + 9 y tiene el propósito de contemplar la posibilidad de que la reserva hídrica del día j vuelva a ser superior a RDU, por efecto de una lluvia que caiga en el transcurso de los nueve días siguientes al día j; en este caso es innecesario el riego. Después de cada irrigación, RH<sub>j</sub> tomará el valor máximo que corresponde al de la reserva útil (RH<sub>j</sub> = RU) y se continuará con el balance hídrico.

**Aplicaciones del modelo de irrigación**

1. **Análisis estadístico del número de irrigaciones.**  
 Como resultado del modelo de irrigación se obtiene un vector NI(n), con n = número de años de registro, el cual contiene el número de irrigaciones necesarias por año. A partir de esta muestra se efectúa el análisis estadístico.
2. **Análisis estadístico de la fecha de cada irrigación.**  
 Para cada irrigación se anota el número del día en que el modelo calcula que se debe realizar el riego, obteniéndose una matriz de dimensión FI (n,m), n = años de registro y m = número de irrigaciones

para la estación en el valor de la mediana, pudiéndose calcular de esta manera los parámetros estadísticos para cada fecha de irrigación.

**Resultados y discusión**

**Modelo del balance hídrico teórico**

1. **Análisis frecuencial de la reserva hídrica del suelo.**  
 En la Figura 1 se muestra los resultados obtenidos con el análisis frecuencial para la estación Cañas. Se determina las décadas que presentan problemas de sequía (10 días consecutivos secos, RH < RDU) con una frecuencia alta. Como alta podría considerarse una frecuencia superior a 0.75, o sea que el evento pueda ocurrir tres años de cada cuatro. Además, se aprecia la influencia del fenómeno climático denominado como "canícula" o "veranillo", que afecta al Pacífico Norte de Costa Rica.
2. **Estudio del período de sequía.** En los Cuadros 2 y 3 aparecen los valores para cada parámetro estadístico del número de días consecutivos secos de cada estación meteorológica analizada, tanto para la época seca principal como para el denominado veranillo. Se puede esperar que se presenten en promedio, como mínimo, 127 días consecutivos secos (RH < RDU) en Tilarán y como máximo 170 días en Filadelfia, con una probabilidad de 80% de que ocurran al menos 104 días consecutivos secos en Tilarán y 155 en Filadelfia. Con relación al veranillo, se pueden presentar en promedio siete días consecutivos secos en Tilarán y 21 días como máximo en Cañas.

En el Cuadro 4 se indica, en términos estadísticos, la fecha de inicio de cada período de días consecutivos secos para la principal época seca de la región; esta fecha gira alrededor de la década 33, o sea al comienzo del mes de diciembre (valor de la mediana).

3. **Estudio de la diferencia de evapotranspiración.**  
 Un ejemplo de estos resultados se ilustra con el Cuadro 5. Para cada década del año se indica el valor en décimas de milímetros de la diferencia absoluta de evapotranspiración (ETM-ETR) que, como se ha visto, se puede considerar como un déficit hídrico del cultivo. La evolución a lo largo del año del valor en milímetros de esta diferencia de evapotranspiración se representa en la Figura 1.

En la Figura 2 se presenta los resultados de la diferencia relativa de evapotranspiración en porcentaje para el primer quintil, la mediana y cuarto quin-

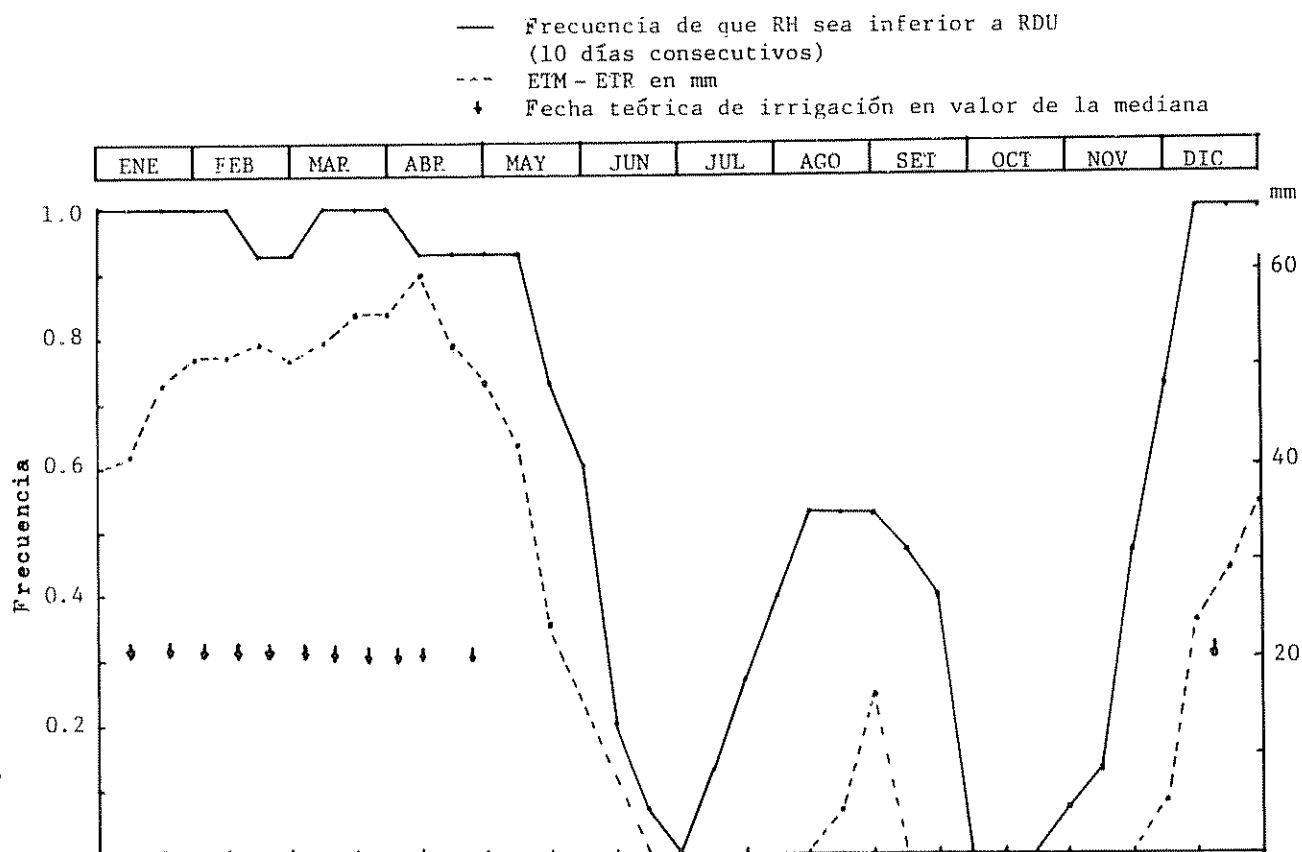


Fig. 1 Reserva hídrica, diferencia de evapotranspiración (ETM-EIR) y fecha teórica de irrigación para la estación Cañas

Cuadro 2. Parámetros estadísticos del número de días consecutivos secos para la región del Pacífico Norte de Costa Rica.

Estación	MINI	QNI 1	MEDN	QNI 4	MAXI	MED	DE	CV
Cañas	77	154	169	188	195	166	29	0.18
Filadelfia	133	155	174	186	200	170	19	0.11
Liberia	120	137	174	187	202	165	26	0.16
Nicoya	85	121	152	164	171	145	23	0.16
Puntarenas	96	132	170	182	192	158	28	0.18
Quebrada Grande	89	135	155	174	281	158	37	0.23
Santa Cruz	90	131	169	175	200	159	27	0.17
Taboga	88	109	147	171	177	142	29	0.21
Tilarán	70	104	131	153	169	127	27	0.21

til. Resalta, para la estación Cañas, el hecho de que pueda ocurrir, un año de cada cinco, una reducción en la producción de materia seca de hasta un 40% durante el período de canícula (julio-agosto-setiembre). Esto último si se admite la proporcionalidad entre el nivel de evapotranspiración y la tasa fotosintética

### Modelo de irrigación

1. Análisis estadístico del número de irrigaciones. El número de irrigaciones teóricas que calcula el modelo de irrigación se presenta en el Cuadro 6. Se puede apreciar que se propone, en promedio, como mínimo seis riesgos en Tilarán y como máxi-

Cuadro 3. Parámetros estadísticos del número de días consecutivos secos dentro del “veranillo” para la región del Pacífico Norte de Costa Rica.

Estación	MINI	QNT 1	MEDN	QNT 4	MAXI	MED	DE	CV
Cañas	0	0	22	38	46	21	16	0.77
Filadelfia	0	4	13	20	33	12	9	0.76
Liberia	0	7	14	18	66	17	17	1.01
Nicoya	0	0	2	9	26	5	7	1.38
Puntarenas	0	5	18	29	56	19	14	0.74
Quebrada Grande	0	0	9	19	75	14	21	1.47
Santa Cruz	0	0	13	25	54	15	14	0.92
Taboga	3	3	13	36	39	18	14	0.78
Tilarán	0	0	3	19	23	7	9	1.23

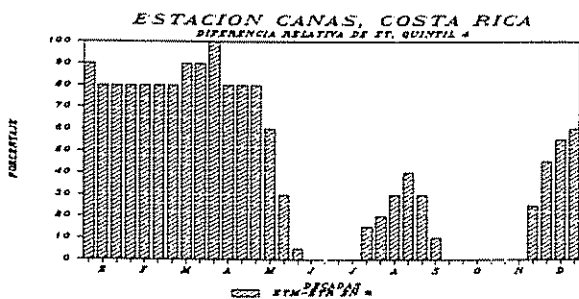
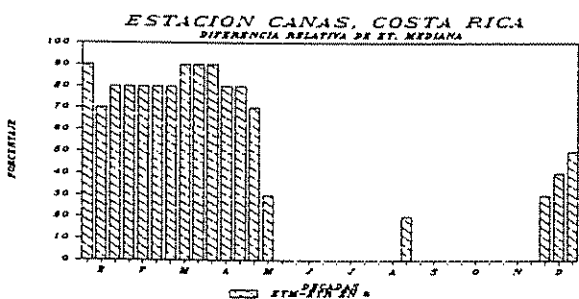
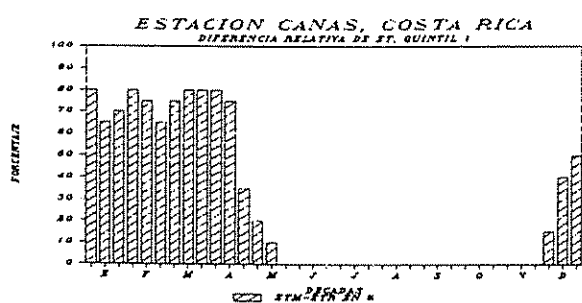


Fig. 2. Diferencia relativa de evapotranspiración en porcentaje, primer quintil, mediana y cuarto quintil Cañas, Costa Rica

mo trece para Filadelfia y Liberia. Conociendo que RH toma el valor de RU cuando el modelo propone cada riego, se derivaron los resultados que aparecen en el Cuadro 7. Si se analiza el primer quintil se observa que existe una probabilidad de un 80% de que el déficit hídrico teórico en el suelo sea superior a 200 mm en Tilarán y como máximo 600 mm en Liberia. Esto equivale a un déficit de 2000 y 6000 m<sup>3</sup> de agua por hectárea respectivamente.

Estos últimos resultados se ilustran en la Figura 3, en la que se observa la distribución espacial del déficit teórico en la región del Pacífico Norte (en valor promedio).

2. Análisis estadístico de la fecha de cada irrigación. Para la estación Cañas, en el Cuadro 8 se encuentran los parámetros estadísticos para la fecha de cada irrigación. Sin embargo, hay que señalar que solamente las primeras irrigaciones contarán con el número total de años de la muestra y que, a partir del valor mínimo que aparece en el Cuadro 6, el tamaño de la muestra se reduce, por lo que para las últimas fechas el valor obtenido puede presentar incoherencias. Además, cada fecha de cada irrigación debe ser analizada en forma independiente.

En la Figura 1 se indica, con una flecha, el momento en que se debe hacer cada irrigación, si considera el valor de la mediana.

**Conclusiones**

Existe un 80% de probabilidad de que ocurra un déficit hídrico teórico superior a los 450 mm en el Pacífico Norte, si se exceptúa la estación de Tilarán, donde a la probabilidad 0.8 el déficit alcanza solamente el valor de 200 mm. Para superar dicho déficit el modelo de irrigación propone en promedio de 10 a

Cuadro 4. Parámetros estadísticos de la fecha de inicio del periodo de días consecutivos secos para la época seca principal del Pacífico Norte de Costa Rica.

Estación	MINI	QNI 1	MEDN	QNI 4	MAXI	MED	DE	CV
Cañas	303	314	323	330	331	322	8	0 02
Filadelfia	307	311	325	328	346	322	11	0 03
Liberia	1	313	325	333	334	293	98	0 33
Nicoya	1	316	332	346	359	298	106	0 36
Puntarenas	1	323	334	340	364	311	87	0 28
Quebrada Grande	1	315	332	344	353	287	117	0 41
Santa Cruz	308	318	328	337	359	330	14	0 04
Taboga	1	323	336	340	349	302	101	0 33
Tilarán	1	1	341	359	364	236	159	0 67

Cuadro 5. Parámetros estadísticos de la diferencia absoluta de evapotranspiración (ETM - ETR) por década para la estación Cañas, Costa Rica con RU = 100 mm (en décimas de mm).

MINI	AN	QNI 1	MEDN	QNI 4	MAXI	AN	MED	DE	CV
133	60	369	410	424	427	70	387	71	0 18
334	60	423	475	480	480	69	454	42	0 09
458	60	475	510	510	510	74	496	18	0 04
275	65	490	510	510	510	74	477	74	0 16
47	65	493	530	530	530	74	478	128	0 27
45	65	428	510	510	510	74	447	133	0 30
101	65	483	530	530	530	74	484	109	0 22
374	65	525	560	560	560	74	537	50	0 09
433	65	522	560	560	560	74	541	33	0 06
308	68	503	591	600	600	74	551	85	0 15
0	61	470	529	530	530	74	457	157	0 34
131	72	257	493	510	510	74	413	142	0 34
0	62	148	422	509	520	66	336	183	0 54
0	60	95	231	392	418	68	241	140	0 58
0	61	0	7	228	360	68	105	124	1 18
0	61	0	0	52	262	66	39	78	2 02
0	60	0	0	0	39	71	4	12	2 59
0	60	0	0	0	15	71	1	4	3 74
0	60	0	0	2	28	72	3	7	2 53
0	60	0	0	57	165	72	30	56	1 85
0	60	0	0	129	274	69	51	90	1 76
0	60	0	3	140	323	73	58	94	1 62
0	60	0	39	190	382	73	90	120	1 33
0	60	0	166	247	356	70	126	123	0 98
0	60	0	0	196	270	69	78	105	1 35
0	60	0	0	83	276	68	43	72	1 68
0	60	0	0	9	65	73	7	17	2 34
0	60	0	0	0	0	74	0	0	****
0	60	0	0	0	0	74	0	0	****
0	60	0	0	0	1	68	0	0	3 74
0	60	0	0	2	80	73	10	24	2 50
0	60	0	1	35	186	74	26	49	1 90
0	63	0	51	186	231	74	81	85	1 05
9	64	120	228	306	351	74	202	100	0 49
145	60	263	297	358	376	74	296	64	0 21
237	60	315	349	373	393	74	343	37	0 11
208	60	374	410	418	424	74	391	53	0 13

Cuadro 6. Número de irrigaciones teóricas con  $RU = 100$  mm para la región del Pacífico Norte de Costa Rica.

Estación	MINI	QNT 1	MEDN	QNT 4	MAXI	MED	DE	CV
Cañas	7	9	12	13	14	11	2	0.17
Filadelfia	11	11	13	14	15	13	1	0.10
Liberia	12	12	13	15	16	13	1	0.10
Nicoya	5	9	10	11	12	10	2	0.18
Puntarenas	9	10	11	13	14	11	2	0.15
Quebrada Grande	5	8	10	12	19	10	3	0.29
Santa Cruz	8	11	12	13	16	12	2	0.15
Taboga	9	9	11	12	15	11	2	0.16
Tilarán	2	4	6	8	11	6	2	0.38

Cuadro 7. Déficit hídrico teórico acumulado en mm para la región del Pacífico Norte de Costa Rica con  $RU = 100$  mm.

Estación	MINI	QNT 1	MEDN	QNT 4	MAXI	MED	DE	CV
Cañas	350	450	600	650	700	550	2	0.17
Filadelfia	550	550	650	700	750	650	1	0.10
Liberia	600	600	650	750	800	650	1	0.10
Nicoya	250	450	500	550	600	500	2	0.18
Puntarenas	450	500	550	650	700	550	2	0.15
Quebrada Grande	250	400	500	600	950	500	3	0.29
Santa Cruz	400	550	600	650	800	600	2	0.15
Taboga	450	450	550	600	750	550	2	0.16
Tilarán	100	200	300	400	550	300	2	0.38

13 riesgos de  $500 \text{ m}^3$  de agua por hectárea. Sobresale la región de Liberia al presentar un déficit del orden de los 600 mm, con una probabilidad de 0.8 de ser superado.

La época seca principal se inicia entre la década 32 y 33, o sea a inicios del mes de diciembre, para la mayor parte de las estaciones analizadas.

Existe una probabilidad de 0.8 de que esta época contenga más de 100 días secos consecutivos ( $RH < RDU$ ) para toda la región. A esta misma probabilidad (80%) para Filadelfia, se puede esperar al menos 155 días consecutivos secos y que se sobrepasen los 186 días secos, dos años de cada diez (20%).

Con relación al veranillo, éste no presenta gran significado a la probabilidad 0.8, pero sí a la de 0.2, o sea que un año de cada cinco el "veranillo" puede tomar importancia al incidir negativamente en la producción agrícola, sobre todo para las estaciones Cañas, Puntarenas, Taboga, Liberia y Santa Cruz.

Se hace necesario recordar que el modelo ha sido aplicado al caso de un cultivo perenne, y que si se

desea referirse al caso particular de un cultivo anual será necesario considerar la fecha de siembra y de cosecha, y lo que es más importante, la variación de la ETM según el estado vegetativo del cultivo, o sea la variación del coeficiente de cultivo ( $k$ ).

Por otra parte, con relación al modelo de irrigación propuesto, habrá que tomar en cuenta variables de tipo socioeconómico, porque no todos los aportes de agua tienen la misma influencia sobre la producción total. Estos aportes, por lo tanto, no tendrán el mismo valor en un sentido económico, por lo cual algunos de ellos podrían ser suprimidos.

Es necesario abordar lo que los economistas llaman "la teoría del costo de oportunidad", para seleccionar el cultivo que mejor se adapte desde el punto de vista no solamente bioclimático sino también económico, para cada región analizada.

### Resumen

En este estudio se establece los requerimientos hídricos necesarios para el desarrollo de la agricultura en el Pacífico Norte de Costa Rica. Se utiliza



Cuadro 8. Parámetros estadísticos de la fecha teórica de irrigación para la estación Cañas, Costa Rica.

MINI	QNT I	MEDN	QNT 4	MAXI	MED	DE	CV
2	3	7	11	16	7	4	0.53
15	15	21	23	38	21	6	0.27
26	27	32	37	82	36	14	0.38
37	38	43	51	92	47	13	0.28
48	51	55	64	102	59	13	0.22
59	63	66	75	343	86	69	0.80
70	74	78	85	357	97	70	0.72
74	83	91	103	333	107	61	0.57
84	93	101	114	361	118	66	0.56
94	101	106	236	324	156	94	0.60
104	114	126	354	357	226	116	0.52
114	127	347	357	365	267	107	0.40

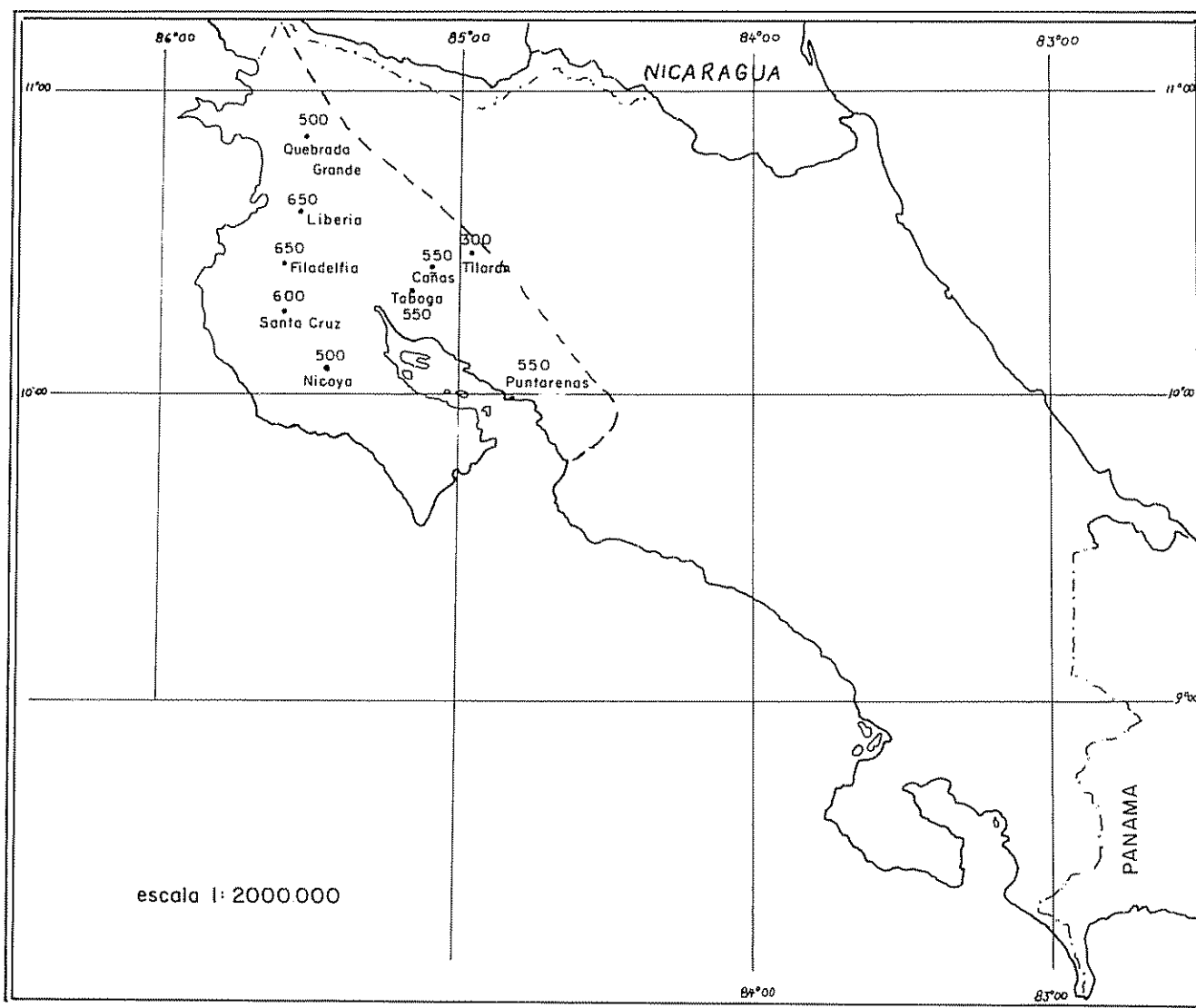


Fig. 3 Déficit hídrico teórico en mm (valor promedio). Costa Rica – Pacífico Norte.

dos modelos agroclimáticos (balance hídrico e irrigación), que simulan la evolución de la reserva hídrica del suelo, si se considera un cultivo perenne

Los modelos son recurrentes y funcionan con un paso de tiempo de un día. Los datos climáticos que sirven de entrada son los datos diarios de la lluvia y los valores de la evapotranspiración potencial. Además, intervienen los valores de la reserva útil (RU) y de la reserva fácilmente utilizable (RFU). Se intenta una "optimización bioclimática" por medio del riego, manteniendo el nivel máximo de evapotranspiración ETM.

Los resultados son presentados en términos estadísticos, con el afán de facilitar su interpretación.

#### Literatura citada

1. LHOMME, J.P.; GOMEZ, L.; JARAMILLO, A.: 1984. Modelo matemático del balance hídrico Turrialba, 34(4):503-507

2. PRIESTLEY, C.; TAYLOR, P.A. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. *Monthly Weather Review* 100(2):81-92.

3. ROJAS, O., ELDIN, M.; LHOMME, J.P. 1982. Información del banco de datos agroclimáticos de Costa Rica IICA-ORSTOM-IMN San José, Costa Rica 7 volúmenes snp.

4. ROJAS, O.E. 1984. Etude agrométéorologique du bilan hydrique théorique et essai de modélisation d'irrigation dans le Sud-Ouest de la France. INA, Paris-Grignon, France, 74 p.

5. ROJAS, O.E. 1985. Estudio de las condiciones hídricas del Pacífico Norte de Costa Rica IICA, Serie Publicaciones Misceláneas No. 546, San José, Costa Rica, 73 p.

## Notas y comentarios

### Empleo de cloroplastos para incrementar la fotosíntesis

No hay duda que inmensas utilidades esperan a cualquier empresa biotecnológica que pueda crear cultivos que crezcan más rápido, necesiten menos fertilizante o sean resistentes a las plagas y a los herbicidas.

Hasta ahora la mayor parte de la investigación en este campo se ha enfocado en modificar genes del núcleo de las células vegetales. Pero los pequeños cloroplastos verdes, situados fuera del núcleo, tienen sus propios y distintivos genes. Los genes de los cloroplastos son interesantes, tanto científica como comercialmente, porque los cloroplastos son los responsables por el más obvio carácter que distingue a la planta de los animales... el proceso de la fotosíntesis.

Ahora, Marc De Block, Jeff Schell y Marc van Montague, del Laboratorium voor Genetica, en Gent, Bélgica, han encontrado una manera de manipular los

genes del cloroplasto (*European Molecular Biology Organization Journal* vol. 4, p. 1367).

El DNA dentro del cloroplasto codifica las proteínas vitales que las plantas emplean para cosechar la energía de la luz y construir carbohidratos y otras moléculas que son esenciales para un crecimiento vigoroso. En una reunión sobre "Nueva Tecnología en Biotecnología", que tuvo lugar en Londres, en julio de 1985, Jeff Schell dijo a los delegados que "uno puede ahora comenzar a inactivar genes específicos de cloroplastos y preguntarles lo que pueden hacer".

El proceso seguido por De Block y colegas es bastante complejo. A grandes rasgos, consiste en conseguir células vegetales (en este caso de tabaco) con una característica muy especial (en este caso, resistencia al antibiótico cloramfenicol) y llevar el gen de esta resistencia a su nuevo hogar. El más popular vector empleado por ingenieros genéticos es un anillo pequeño de DNA, llamado el plasmidio Ti ("tumor inducing") proveniente de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. El problema de transferencia de genes a los cloroplastos es complicado, pero el grupo consiguió vencer la serie de obstáculos que se presentó.

El grupo se dedicó entonces al gen del cloroplasto que codifica una subunidad de una enzima llamada ribulosa bifosfato carboxilasa, abreviada como "rubisco". El rubisco cataliza la reacción que convierte el dióxido de carbono atmosférico en compuestos orgánicos. Tan importante es el rubisco que puede constituir más de la mitad del contenido de proteínas de la hoja; es probablemente la proteína más abundante en la naturaleza.

El trabajo de De Block ofrece a los biotecnólogos la oportunidad de introducir en los cloroplastos un rubisco modificado, presumiblemente codificando una enzima más eficiente.

Es también muy oportuno estudiar ahora una segunda función del rubisco. Además de fijar el dióxido de carbono, el rubisco está involucrado en un proceso conocido como fotorespiración. Al contrario de la respiración, de la que los animales dependen para vivir, nadie entiende completamente la función de la fotorespiración o por qué ha evolucionado en las plantas. En realidad, la peculiaridad de las plantas de no "respirar" como los animales se hizo familiar, hace más de un siglo, cuando Nathaniel Ward en los ochocientos treinta ideó las cajas cerradas con vidrios (las cajas wardianas) en las que las plantas crecían, en un sistema cerrado, sin gastar agua ni aire, lo que permitió el transporte masivo por mar de plantas vivas, desde el sudeste de Asia y de Australia hasta los jardines botánicos de Inglaterra (K. Lemmon, *The Golden Age of Plant Hunters*, London, 1968).

Si el rubisco pudiese ser modificado en tal forma que ya no interviniese en la fotorespiración y siempre continuase trabajando en sus funciones fotosintéticas, el crecimiento de la planta podría ser aumentado.

Algunos indicios de cómo crear plantas que no "desperdicien" energía en la fotorespiración puede venir de las llamadas plantas C4. Para las plantas, el primer paso para construir los carbohidratos es incorporar al dióxido de carbono de la atmósfera

pequeñas moléculas orgánicas. Las plantas C4, que incluyen a la caña de azúcar y al maíz, por ejemplo, convierten el dióxido de carbono en un compuesto de cuatro carbonos, llamado oxaloacetato. Las plantas C3, donde se encuentran la mayoría de las plantas de clima templado, en contraste, fabrican el compuesto de tres carbonos, fosfoglicerato a partir del dióxido de carbono atmosférico. Una diferencia particularmente interesante entre los dos tipos es que las plantas C4 gastan mucho menos energía en la fotorespiración que las plantas C3. La fotorespiración en plantas C3 puede ser suprimida reduciendo la cantidad de oxígeno en su ambiente, y esto resulta en un crecimiento considerablemente más rápido (lo que podría explicar el éxito de las cajas wardianas). Obviamente, es impráctico alterar el contenido de oxígeno del aire en que crecen las plantas, pero quizás las plantas C3 pueden hacerse capaces de adquirir las mañas que las plantas C4 parecen emplear tan eficientemente.

La manipulación de cloroplastos también podría conseguir plantas resistentes a los herbicidas. Muchos de los herbicidas ampliamente usados atacan a proteínas específicas en los cloroplastos. Uno de esos herbicidas, atrazina, se liga a una proteína del cloroplasto llamada QBeta, una proteína esencial en el proceso fotosintético. Científicos de Michigan y de Cambridge han descubierto que un simple cambio de una base en el gen QBeta (el cambio de un simple nucleótido) puede dar lugar a una proteína resistente a la atrazina.

Pero, tengamos en cuenta que la ingeniería genética práctica es, por supuesto, muy diferente a la teórica. Los problemas de colocar un gen modificado en el preciso sitio del cloroplasto, en el que no vaya a perturbar el resto de los procesos celulares, son enormes. Pero los científicos siguen intentando, con gran ahinco, obtener resultados prácticos de la ingeniería genética. Esperemos que tengan éxito en bien del aumento de la productividad de la agricultura mundial. Adalberto Gorbitz.

### Resumen

*Una revisión de literatura sobre esterilización de suelos demostró que existe muy poca información sobre los efectos de secado al calor sobre las propiedades químicas de suelo. La vaporización, fumigación e irradiación han sido estudiadas más detenidamente. Cada tratamiento tiene efecto sobre algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.*

*La esterilización por vapor, especialmente por autoclave, afecta la disponibilidad de los macronutrientes, micronutrientes y agregación del suelo. Los fumigantes tienen efectos variables en las propiedades químicas del suelo, bromuro de metilo es el que menos causa cambios en los micronutrientes. La radiación gama destruye organismos dañinos del suelo. Nuevos datos en suelos de Puerto Rico demuestran que ocurren cambios en las propiedades químicas de suelo por esterilización secado-calor a 121°C por dos horas. Los resultados siguen a aquellos informados por vaporización, autoclave y fumigación con bromuro de metilo.*

### Introduction

Common soil sterilization procedures are aerated steam (5), autoclaving (28), or fumigating with various chemicals (3), especially methylbromide. Gamma radiation (15) and dry heating (53) have also been used, though not for commercial sterilization operations. Dry-heat sterilization at 121°C for two hours is the prescribed technique used by the USDA Animal, Plant, and Health Inspection Service (APHIS) for treating imported soils (Table 1).

Effects of sterilization methods, or simple air drying and storage, on plant growth and on soil properties are well documented (1, 3, 5, 8, 19, 22, 32, 53). Conflicting results are usually dependent on soil type and kind of plant grown afterwards on the sterilized materials. Few references explain any effects of dry heating on soil properties (49, 53).

Many universities in the United States now conduct cooperative agricultural, horticultural or forestry research with institutions in tropical countries. Such cooperative efforts are expected to increase in the future (40, 45, 50), and larger numbers of soil samples will be imported and subjected to laboratory tests. Because of strict phytosanitary requirements for imported soils, it seems opportune to review advantages and disadvantages of various soil sterilization techniques and to take a new look at dry-heat sterilization and its effects on soil chemical properties.

### Historical overview of soil sterilization procedures

Soil roasting, soil burning, heat sterilization, soil steaming, soil disinfection, soil fumigation, and partial sterilization are terms that have been used to characterize soil sterilization. Sterilization treatments were originally used to destroy plant parasites or harmful soil microorganisms and to improve fertility of treated growing media (22). Two major approaches in sterilization research were (a) drastic soil treatment in which most organisms were killed, followed by inoculation or introduction of desired microorganisms or (b) minimal soil treatment to destroy only selected pathogens, which is still done with

<sup>1</sup> Received for publication on June 8, 1985.

\* Southern Forest Experiment Station T-10210 US Postal Service Building, 701 Loyola Avenue, New Orleans, LA 70113, USA

Table 1. Summary of USDA Animal, Plant, and Health Inspection Service (APHIS) treatment schedules for soils arriving at ports of entry in the United States without previous arrangements.

Treatment	Exposure Period
<b>Dry Heat<sup>1</sup></b>	
110-120 °C	16 hours
121-154 °C	2 hours
154.5-192 °C	30 minutes
193-220 °C	4 minutes
221-232 °C	2 minutes
<b>Steam Heat<sup>2</sup></b>	
1.05 g per cm <sup>2</sup> pressure	30 minutes

1 Counting time not started until entire soil mass reaches the required temperature

2 Counting time not started until pressure reaches the required limit within an autoclave chamber

treating of mushroom casing soils (5). The first approach is appropriate to plant quarantine work, but the latter predominates in commercial agricultural or horticultural work. Drastic and minimal treatments affect growth of plants on sterilized soils (1, 3, 53). Observed plant responses on sterilized soil are best understood by studying several disciplines, including soil chemistry, soil microbiology, soil physics, and phytopathology.

Sterilization effects on soil properties can be separated into five classes (22): 1) Sterilization almost totally destroys undesirable and desirable soil flora and fauna such as bacteria, fungi, protozoans, and viruses or advanced life forms like propagative organs or seeds. Farmers in many parts of the world capitalized on this effect by regularly burning fields. This practice helped eliminate or at least reduce certain local pests; it also helped control root rot disease in certain crops (32).

2) Sterilization causes various chemical reactions in the soil, including formation of toxic or other compounds. Decomposition of soil organic matter accelerates, causing liberation of ammonia, carbon dioxide, and organic products. Inorganic materials break down or change; nitrates and nitrite are reduced to ammonia and nutrient solubility or availability changes. 3) Biochemical changes occur in the soil; ammonification generally increases and nitrification or denitrification processes are modified. 4) Changes in soil physical properties can occur, modify-

ing absorptive and capillarity capacities, soil structure, color, and odor. 5) If total destruction of soil microorganisms is not achieved, there are still subtle or even drastic changes in population levels, species, or numbers of surviving species because available food or substrates are altered. Surviving populations increase or decrease rapidly depending on whether other microorganisms are added after soil sterilization. Higher plants grown on sterilized soil can exhibit qualitative and quantitative changes in growth, form, color, or other factors as compared to similar plants grown on non-sterilized soil.

Soil fumigants also cause changes in soil properties. Chemical treatments are seldom uniformly administered throughout the soil, especially when injected at single or a few points instead of under pressure within enclosed containers (5). When using fumigants, one must also be aware of physico-chemical relationships between soils and individual chemicals. Each chemical has a distinct structure which determines its unique boiling temperature, vapor pressure and diffusion coefficients (12). Their sorption by growth media is also affected by existing soil moisture, porosity, tortuosity, and proportion of mineral and organic solids in the medium (20).

Steam heating has at least three advantages over most other sterilization methods (5, 6, 53): it is non-selective and kills all pests or microorganisms; it does not leave behind toxic residues as do some chemical treatments, although it can produce toxic levels of certain soil nutrients like Mn (19) that can hinder or even preclude plant growth after treatment; and steam produces uniform heat at low intensity within soils in a short time inside and around all soil pore spaces and solids.

Steam sterilization procedures have changed substantially since first used for research or commercial purposes (5). Initially, steam temperature was high and the treatment period long: 120 °C for six to eight hours in autoclaves. Later, both steam temperatures and treatment times were reduced: 100 °C for 30 minutes if flowing steam was directed through soil, or 83 °C for 30 minutes if moving soil was passed through steam. A treatment of 100 °C for 30 minutes was high enough so that even if large amounts of wet soil with many clods were treated, a minimum temperature of 60 °C was obtained for the same period. The common method used today is aerated steam at 60 °C for 30 minutes (21).

Even at lower temperatures, aerated steam destroys most pathogenic plant fungi, bacteria, and nematodes, and nearly all viruses are inactivated.

Some fungal flora are drastically reduced in numbers and types; bacteria and actinomycetes are less affected. Fungistasis is largely destroyed, and phytotoxicity found at the higher temperature of 100°C for 30 minutes is practically eliminated. Most weed seeds are killed if soils are kept moist for three days prior to treatment. Weed molds are greatly suppressed at lower temperatures although they are quite prevalent after steaming at 100°C for 30 minutes (5).

Disadvantages of dry-heat sterilization are: heat intensity is usually quite high, the quantity of soil that can be effectively treated is small, and heat distribution throughout voids and solids in the soil matrix is poor and influenced by moisture content (6). Detrimental effects of high temperatures in dry heating are reduced by using ovens where the soil is continuously turned or moved and by using forced-draft ovens (6). Dry-heat sterilization with resistance cables or covered resistance heaters buried in the soil have also been used (32). Limiting factors were originally the size of service lines needed to achieve sterilization in a short time; now, soaring rates for electricity in most parts of the world preclude dry heating by resistance methods.

Dry-heat sterilization was chosen as the optimum plant quarantine procedure by USDA-APHIS in the 1940's. At the temperatures and durations prescribed (Table 1), the safety margin for effectively killing all harmful soil organisms is quite high. This explains why APHIS dry- and steam-heat procedures are more vigorous than those used by commercial horticultural and agronomic operations; it also explains resistance to change in existing regulations. Although dry-heat sterilization of large soil volumes is difficult, particularly when they are wet and have large clods, it is convenient for small sample volumes. The method uses simple apparatus requiring less maintenance than that for equipment required in steaming.

Microwave ovens have recently been tested by USDA-APHIS because industry and commercial facilities want quick, simple, and effective procedures to dispose of unsterilized waste soils or their extracts. Microwave sterilization has not been very effective since it is difficult to maintain microwave temperature  $\geq 121^\circ\text{C}$  for long periods of time unless all soil moisture is removed first.

#### Sterilization and air-drying effects on soil properties

Specific examples of changes that sterilization treatments exert on soil physical, chemical, and biological properties are now summarized by the four major sterilization procedures: steam, chemical, irradiation, and dry heating. Effects of air drying of soils are also examined.

**Steam sterilization** usually causes certain macronutrients and micronutrients to become more available in the soil. Usually affected are Ca, K, P, Zn, Cu, N, Mn, Fe, and B (26, 32, 53). High steam temperatures generally increase availability of affected elements more so than do low temperatures, particularly for soils with high organic matter contents (33, 43).

Manganese levels are often increased after steaming and Mn toxicity frequently occurs on both calcareous and acid soils (11, 19). This phenomenon could be related to the original Fe: Mn ratio in the soil (41). Less information on other micronutrients exists, but steaming sometimes increases soil Fe availability (26). Steaming causes little or no effect upon soil acidity (53) whereas autoclaving has increased soil acidity values over those for air-dried soil (28). Autoclaving also increases the amount of 1 N  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -extractable organic carbon found in soils treated with fumigants or air-dry procedures (34). Slightly increased aggregation has been reported after steaming (53).

Plant growth responses on steam treated soils are quite variable and seem dependent on species, varieties, and kind of growth medium. Use of 100 percent autoclaved soil caused significant Ca accumulation in and distortion of sainfoin (*Onobrychis vicifolia*) roots, both in growth chamber and field studies (37). Shoot and root elongation decreased for three plant species grown on autoclaved compost, with neither storage of the treated material for up to 12 months nor addition of N-P-K and Fe fertilizer altering the poor growth (24). Measured N in tomato foliage increased after steaming, the increase becoming more pronounced each year over a three year period (54). Average lettuce headweights obtained on light soil types heated to 70°C were about 20 percent greater than those of lettuce grown on soils heated to 100°C.

In other trials, P uptake decreased in avocado (*Persea americana*) seedlings planted on steamed sandy loam soil (30). Growth of two desert plants on steamed calcareous soil decreased and was attributed to induced P deficiency; no adverse growth response occurred for the desert plants grown on steamed non-calcareous soil (52). And P uptake in barley (*Hordeum vulgare*) increased after eliminating microorganisms from basaltic soil by steaming; the basaltic soils normally required P fertilizer for adequate plant growth (9).

The most common **chemical sterilants**, methylbromide and propylene oxide, are equally effective in destroying soil bacteria, fungi, and actinomycetes (28). They and other chemicals temporarily impede nitrifying bacteria (53) and affect beneficial mycor-

rhizal fungi (47). Yet fumigation followed by planned reinoculation with desired mycorrhizal strains can be an effective management tool for commercial forest nurseries (31) or horticultural operations (46). Some chemicals, especially the epoxides, leave behind harmful residues after sterilization, and treated material must first be detoxified before being used (42). Other chemicals like biomonomethane, dazomet, and etridiazole have no adverse effect on plant growth, even after repeated soil treatment for several years (35).

Considering effects of chemical sterilants on soil physical properties, fumigation with four different chemicals had little or no effect upon soil aggregation (29). Both propylene oxide (28, 42) and ethylene oxide (2) increased soil acidity. Lopes and Wollum (28) recorded a significant decrease in soil acidity after using methylbromide, but Eno and Popenoe (18) found no significant effect, using a nursery soil that was low in organic matter content.

Propylene oxide and methylbromide produce only small changes in the amounts of extracted soil Ca, Mg, K, and Mn; three other chemicals produced substantial changes in the extractability of these elements (1). All five increased ammonium-N. Methylbromide produced no significant effect on soil cations or on total N and P (18, 28), but propylene oxide reduced exchangeable bases, effective CEC and Al saturation (28).

Of five chemicals tested, ethylene oxide had the least effect on ammonium acetate soluble Mn and Cu; formaldehyde increased both Mn and Cu to toxic levels (16). Treating with methylbromide caused no significant change in four micronutrients, including Mn and Cu (23, 28). Fumigants seem to have little effect upon anions except when chemicals contain S or Cl (1).

**Gamma radiation** effectively destroys soil microorganisms and removes fungistasis (25); its effects upon soil physical and chemical properties are not well documented. Ethylene production in the air above irradiated soils significantly increased within two hours of treatment; high amounts of ethylene that could affect root growth were still being released from the treated soil some 10 weeks later (39).

Gamma radiation did not change cation exchange capacity of two soils but increased release of N, P, and S over a non-treated soil (18). Radiation decreased soil acidity in one soil slightly (4).

Extreme **dry-heat** temperatures or long duration heating can affect soil chemical properties or soil

mineralogy. After dry-heat sterilization at 100°C for six months, the cation and anion exchange capacities of fine soil and clay minerals < 2 $\mu$  were less than those for unheated soils; differential thermal analysis curves made before and after heating showed that dry-heat sterilization caused modifications to micellar structure and clay colloids (38). Dry heating at 600°C for six minutes or 700°C for three minutes changed clay mineral structure, particularly for montmorillonite and kaolinite; these changes caused slight decreases in exchange capacity and available nutrients and also produced strong, permeable, and frost-resistant aggregates (51). High dry-heat temperature can cause curling of minerals, exposing greater surface area for release or absorption of certain nutrients, particularly K (17).

Dry-heat treatments increased soluble salts by two to 10 times levels found in non-heated samples (32). Above-normal incubation temperatures of 80 to 127°C increased exchangeable K levels (13). Dry-heat sterilization of 19 Puerto Rican soils at 121° for two hours affected several soil chemical properties as compared to those found after simple air drying (27). For example, Mehlich-1 P was significantly lower in dry-heated than in air-dried soils. Dry-heat sterilization did not alter soil N or soil bases including Na (Table 2).

Soil micronutrients in the Puerto Rican soils were more influenced by dry-heated sterilization than were macronutrients (Table 2). Mehlich-1 Cu values were similar in air-dried and dry-heated soils, but Olsen Cu was significantly lower in dry-heated samples. Both Olsen and Mehlich-1 Fe values were significantly higher in heat-dried than in air-dried soils. Soil acidity values were significantly lower and Mn levels significantly higher in heat-dried than in air-dried soils. Boron was significantly higher in heat-dried than in air-dried soils. Soil organic matter values were not affected by treatments.

In general, effects of dry-heat sterilization on soil chemical properties for Puerto Rican soils followed results published elsewhere for steaming and autoclaving procedures. Considering data on chemical sterilization, those from methylbromide followed dry-heat sterilization most closely. Observed micronutrient differences between air drying and dry heating were dependent upon the kind of extractant used (27).

Dry-heat sterilization is effective in killing bacteria spores (36) and causes certain decreases in plant growth. For example, sour orange (*Citrus aurantium*) seedlings became stunted after being planted on seedbed material treated by dry heat at 80°C for three

hours (46) Dry heating caused a significant decrease in sour orange seedling height growth at eight months when compared to growth in soil having methylbromide sterilization. Dry heating did not significantly reduce infection by mycorrhizal fungi below levels measured after using methylbromide or other chemical treatments (47)

Even simple air drying of soils at low temperatures can affect soil physical and chemical properties. Alternate wetting and drying decreased amounts of soil aggregates, but this was compensated somewhat through microbial activity in nonsterilized soil (48). Air drying has increased levels of exchangeable soil K (10) and Mn (19) over non-dried soils. The sum of exchangeable and soluble ammonium in soils increased after air drying as long as there was no subsequent incubation period (44). Air drying decreased P absorption (7), and P deficiencies seemed more pronounced at lower soil temperatures (14). Air drying can alter soil surface chemical properties and

organic matter content: chemical characteristics of dry soils continue to change with time and remoistening air-dried samples between one to three months after initial storage may or may not return soil chemical properties to the original field-state condition (8).

### Summary and conclusions

Steam sterilization affects availability of certain macronutrients and micronutrients and soil aggregation as compared to results from air drying only. Steaming usually increases soil Mn levels several times; Mn toxicity is a common problem for plants grown on steam-treated soils. Other plant responses on steam-treated soils are quite variable and are dependent upon species or varieties used and soil type

Chemical fumigants exert little or no influence on soil physical properties. Of five commonly used

Table 2. Effects of air drying (A) and heat drying at 121°C for two hours (H) on chemical properties of 19 Puerto Rican soils analyzed by several methods.

Chemical Property	Mehlich-1 Extractant		Units	Olsen Extractant	
	A	H		A	H
N <sup>1</sup>	0.213	0.221	%	—	—
Ca	625	592	ppm	660	651
K	101	94	ppm	130	115
Mg	273	244	ppm	356	328
Na	57	61	ppm	—	—
P	24	16 <sup>**2</sup>	ppm	2	4 <sup>**</sup>
B <sup>3</sup>	0.9	1.9 <sup>**</sup>	ppm	—	—
Cu	2.6	2.4	ppm	6.4	5.2 <sup>**</sup>
Fe	25	41 <sup>**</sup>	ppm	105	147 <sup>**</sup>
Mn	191	363 <sup>**</sup>	ppm	175	707 <sup>**</sup>
Zn	2.9	3.4	ppm	5	5
Al <sup>4</sup>	53	48	ppm	69	139 <sup>7**</sup>
Organic matter	4.02	3.93 <sup>5</sup>	%	—	—
pH	4.7	4.5 <sup>6***</sup>			

1 Determined by micro-Kjeldahl procedure

2 Analysis of variance between air- and heat-dried treatments significant at 0.05 probability

3 Hot-water extractable, using modified procedure of U.C. Gupta, 1967. Soil Sci. 103:424-428

4 Atomic absorption analysis of 1 N KCl extract

5 Determined by Walkely-Black procedure

6 1:1 soil-water paste and a glass electrode

7 Titration of 1 N KCl extract with 0.01 N NaOH

8 Adapted from L. H. Liegel, 1983. Common. Soil Sci. Plant Anal. 14:277-286



fumigants, methylbromide has the least effect upon changes in soil chemical properties. Several authors have reported no significant changes in soil bases, total N and P, and even Mn over air-drying treatments. Methylbromide has increased and decreased soil acidity. Fumigants destroy both beneficial and harmful soil microorganisms. Yet fumigation with planned reinoculation with desired mycorrhizal strains is effective in managing commercial forest or horticultural nurseries.

Gamma radiation also effectively destroys soil microorganisms. Its effects upon soil physical or chemical properties have not been studied in detail. Gamma radiation did not affect cation exchange capacity over two non-treated soils. Yet gamma radiation has influenced N, P, S, and K availability and soil acidity, according to other studies.

Dry-heat sterilization at high temperatures and for long duration kills almost all soil pathogens. Dry-heating is therefore still the prescribed USDA-APHIS treatment for unsolicited soil entering the United States. Dry-heat temperatures of 600°C and above for only three minutes can change clay mineral structure, decrease exchange capacity, and affect soil aggregation. Lower dry-heat temperature effects on soil chemical properties are not well documented. Data from dry-heat sterilization of Puerto Rican soils at 121°C for two hours indicate that changes over air-dried treatment generally followed results reported for steaming, autoclaving, and fumigating with methylbromide. Some exceptions occurred, particularly for micronutrients like Mn and B, and depended on the soil extractant used after imposing dry-heat sterilization.

Potential importers or exporters of soils should be aware that any sterilization procedure will influence some soil physical, chemical, or biological properties. Different sterilization methods do not always produce similar changes. Therefore, a sterilization procedure should be chosen which has least influence on those properties of interest that are studied. When possible, a permit should be obtained to import soils in a nonsterilized condition through USDA-APHIS approved laboratory facilities. If a permit cannot be obtained, results reviewed here suggest that dry-heat sterilization at low temperatures would be preferable to autoclaving. Even if soils are received in an air-dried, unsterilized condition, chemical and organic matter properties might have changed for stored soils over time; and remoistening air-dried soils within a few months after initial storage may not return soil chemical properties to the original field-state condition.

#### Literature cited

1. ALDRICH, D.G., J.P. MARTIN. 1952. Effect of fumigation on some chemical properties of soils. *Soil Science* 73:149-159.
2. ALLISON, L.E. 1951. Vapour-phase sterilization of soil with ethylene oxide. *Soil Science* 72:341-352.
3. ALTMAN, J. 1970. Increased and decreased plant growth responses resulting from soil fumigation. In T.A. Toussoun, R.V. Bega, and P.E. Nelson, Eds. *Root diseases and soil-borne pathogens. Second Int Symp on factors determining the behavior of plant pathogens in soil* (London, England, July 14-28, 1968). University California Press, Berkeley pp. 216-221.
4. ARUNCHALAM, G.; OBLISAMI, G.; RAGASWAMI, G. 1974. Effect of gamma radiation on certain microbial and chemical properties of two soil types. *Madras Agriculture Journal* 61:992-996.
5. BAKER, K.F. 1970. Selective killing of soil microorganisms by aerated steam. In T.A. Toussoun, R.V. Bega, and P.E. Nelson, Eds. *Root diseases and soil-borne pathogens. Second Int Symp on factors determining the behavior of plant pathogens in soil* (London, England, July 14-28, 1968). University California Press, Berkeley. pp. 234-239.
6. BAKER, K.F.; ROISTACHER, C.N. 1957. Heat treatment of soil. In K.F. Baker, Ed. *The U.C. system for producing healthy container-grown plants*. Calif. Agric. Exp. Stn. Man. 23. University California Agriculture Experimental Station Berkeley. pp. 123-137.
7. BARROW, N.J.; SHAW, T.C. 1980. Effect of drying soil on the measurement of phosphate absorption. *Commonwealth Soil Science Plant Anal.* 11:347-353.
8. BARTLETT, R.; JAMES, B. 1980. Studying dried, stored soil samples—some pitfalls. *Soil Science Society American Journal* 44:721-724.
9. BENIANS, G. J.; BARBER, D.A. 1974. The uptake of phosphate by barley plants from soil under aseptic and non-sterile conditions. *Soil Biological Biochemistry* 6:195-200.

10. BLACK, C.A. 1968. Soil-plant relationships. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. 792 p.
11. BOYD, H.W. 1971. Manganese toxicity to peanuts in autoclaved soils. *Plant and Soil* 35: 133-144.
12. BURCHFIELD, H.P. 1960. Performance of fungicides on plants and in soil physical, chemical, and biological considerations. In J.G. Horsfall and A.E. Dimond, Eds. *Plant pathology, an advanced treatise*, Vol. 3. Academic Press, New York 1960. pp. 477-520.
13. BURNS, A.F.; BARBER, S.A. 1961. The effect of temperature and moisture on exchangeable potassium. *Soil Science Society America Proceedings* 25:349-352.
14. CASE, V.W.; BRADY, N.C.; LATHWELL, D.J. 1964. The influence of soil temperature and phosphorus fertilizers of different water-solubilities on the yield and phosphorus uptake by oats. *Soil Science Society America Proceedings* 28:409-412.
15. CAWSE, P.A. 1975. Microbiology and biochemistry of irradiated soils. In E.A. Paul and A.D. McLaren, Eds. *Soil biochemistry*, Vol. 3. Marcel Dekker, Inc., New York p. 214-267.
16. DALTON, F.H.; HURWITZ, C. 1948. Effect of volatile disinfectants on survival of microflora in soil. *Soil Science* 66:233-238.
17. DEMUMBRUM, L.E.; HOOVER, C.D. 1958. Potassium release and fixation related to illite and vermiculite as single minerals and in mixtures. *Soil Science Society America Proceedings* 22:222-225.
18. ENO, C.F.; POPENOE, H. 1964. Gamma radiation compared with steam and methylbromide as a soil sterilizing agent. *Soil Science Society America Proceedings* 28: 533-535.
19. FUJIMOTO, C.K.; SHERMAN, G.D. 1948. Manganese availability as influenced by steam sterilization of soils. *Journal American Society Agronomy* 40:527-534.
20. GORING, C.A.I. 1970. Physical soil factors and soil fumigant action. In T.A. Toussoun, R.V. Bega, and P.R. Nelson, Eds. *Root diseases and soil-borne pathogens*. Second Int. Symp. on factors determining the behavior of plant pathogens in soil (London, England, July 14-28, 1968). Univ. Calif. Press, Berkeley. pp 229-233.
21. HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E. 1975. *Plant propagation principles and practices* 3rd ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. 662 p.
22. JOHNSON, J. 1919. The influence of heated soils on seed germination and plant growth. *Soil Science* 7:1-103.
23. KATZNELSON, J. 1972. The effect of heat treatment and methylbromide fumigation of soil on the growth and chemical composition of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.). *Israel Journal Agricultural Research* 22:17-29.
24. KLUGE, S. 1972. Plant growth in autoclaved soil. I. Sterile culture. II. Monobacterial conditions. Abstract No. 2265. In *Soil and Fertilizers* 35:289.
25. KUSAKARI, S.I.; TAKANGI, Y. 1973. Fungistatic activity of soil sterilized by gamma radiation. *Canadian Journal Microbiology* 19:1 333-1 334.
26. LAWRENCE, W.J.C. 1956. *Soil sterilization*. George Allen and Unwin, Ltd., London. 171 p.
27. LIEGEL, L.H. 1981. Seasonal nutrition of 3- and 4-year-old *Pinus caribaea* foxtails and normal-branched trees in Puerto Rico. Ph.D. Thesis, North Carolina State University at Raleigh. 141 p.
28. LOPES, A.S.; WOLLUM, A.G. II 1976. Comparative effects of methylbromide, propylene oxide, and autoclave sterilization on specific soil chemical characteristics. *Turrialba* 26: 351-355.
29. MARTIN, J.P.; ALDRICH, D.G. 1952. Effect of fumigation on soil aggregation. *Soil Science Society America Proceedings* 16:201-203.
30. MARTIN, J.P.; FARMER, W.J.; ERVIN, J.O. 1973. Influence of steam treatment and fumigation of soil on growth and elemental composition of avocado seedlings. *Soil Science Society America Proceedings* 37:56-60.

31. MARX, D.H.; MORRIS, W.G.; MEXAL, J.G. 1978. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated and non-fumigated soil infested with different fungal symbionts. *Forestry Science* 24:193-203 1978.
32. NEWHALL, A.G. 1955. Disinfestation of soil by heat, flooding and fumigation. *Botany Review* 21:189-250
33. OTTO, G. 1974. The cause of soil sickness in orchards V. Effect of different steam temperature on the microflora of a sick soil. Abstract No. 1794. In *Soils and Fertilizers* 37:183
34. POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil -- II. Gamma irradiation, autoclaving, air-drying and fumigation. *Soil Biology Biochemistry* 8:179-188.
35. PRICE, D.; BRIGGS, J.B. 1977. The effects of chemical sterilants on narcissus and tulip growth, flower production and disease control in re-used forcing soil. *Exp. Hort.* 29:58-62.
36. REYNOLDS, M.C.; LINDELL, K.F.; DAVID, T.J.; FAVERO, M.S.; BOND, W.W. 1974. Thermoradiation inactivation of naturally occurring bacterial spores in soil. *Exp. Hort.* 29:58-62.
37. ROSS, W.D.; DELANEY, R.H. 1977. Massive accumulation of calcium carbonate and its relation to nitrogen fixation of sainfoin. *Agronomy Journal* 69:242-246.
38. ROTINI, O.I.; LOTTI, G.; BALDACCI, P.V. 1963. Studies on the changes occurring in soils and clays heated at 50°C and 100°C. *Agrochimica* 7:289-295
39. ROVIRA, A.D.; VENDRELL, M. 1972. Ethylene in sterilized soils: its significance in studies of interactions between microorganisms and plants. *Soil Biology Biochemistry* 4:63-69.
40. SANCHEZ, P.A., Ed. 1973. A review of soils research in tropical Latin America. North Carolina Exp. Stn. in coop. with U.S. Agency for International Development. Tech. Bull. No. 219. Raleigh, North Carolina. 197 p.
41. SHERMAN, G.D.; FUJIMOTO, C.K. 1947. Influence of oxidation-reduction systems on plant growth. In *Univ. Hawaii Agric. Exp. Stn. Bien. Rep.* 1944-46. Univ. Hawaii, Honolulu pp. 56-57
42. SKIPPER, H.D.; WASTERMANN, D.T. 1973. Comparative effects of propylene oxide, sodium azide, and autoclaving on selected soil properties. *Soil Biol. Biochem.* 5:409-414.
43. SONNEVELD, C.; VOOGT, S. 1973. The effects of soil sterilization with steam-air mixtures on the development of some glasshouse crops. *Plant and Soil* 38:415-423.
44. SOULIDES, D.A.; ALLISON, F.E. 1961. Effect of drying and freezing soils on carbon dioxide production, available mineral nutrients, aggregation, and bacterial population. *Soil Science* 91:291-298.
45. SWINDALE, L.D., Ed. 1978. Soil resource data for agricultural development. *Hawaii Agric. Exp. Stn., Univ. Hawaii, Honolulu.* 306 p.
46. TIMMER, L.W.; LEYDEN, R.F. 1978. Stunting of citrus seedlings in fumigated soil in Texas and its correction by phosphorus fertilization and inoculation with mycorrhizal fungi. *Journal American Society Horticulture Science* 103:533-537.
47. TIMMER, L.W.; LEYDEN, R.F. 1978. Relationship of seedbed fertilization to infection of sour orange seedlings by mycorrhizal fungi and *Phytophthora parasitica*. *Journal American Society Horticulture Science* 103:537-541.
48. TISDALE, J.M.; COCKROFT, B.; UREN, N.C. 1978. The stability of soil aggregates as affected by organic materials, microbial activity and physical disruption. *Aust. Journal Soil Research* 16:9-17.
49. UNITED KINGDOM COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAU. 1977. Soil sterilization. Annotated Bibliography No. SA 1807. Rothamsted Exp. Stn., Harpenden. 23 p.
50. U.S. (AID) AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. 1980. Forest resources management. Project Paper Vol. 1. Office of Science and Technology, Development Support Bureau, Washington, D.C. 130 p.

- 51 VANEK, J.; LHOTSKY, J. 1975. Thermal stabilization of structural aggregates of heavy-textured soils. Abstract No. 3404 In *Soils and Fertilizers* 38:281.
- 52 WALLACE, A.; FROLICH, E.F.; ALEXANDER, G.V. 1973. Effect of steam sterilization of soil on two desert plant species. *Plant and Soil* 39:453-456.
- 53 WARCUP, J.H. 1957. Chemical and biological aspects of soil sterilization. *Soils and Fertilizers* 20:1-5.
- 54 WOODS, M.J.; PRASAD, M.; MAHER, M.J. 1972. Effect of steaming on yield and nutrient content of tomatoes grown in three substrates and on physical properties of the substrate. *Plant and Soil* 36:209-213.

## Notas y comentarios

### Los hombres primitivos obtenían sus alimentos del suelo

Nuestros antepasados más remotos introdujeron de dos maneras: la variedad en sus comidas contolando y usando fuego para cocinar, e inventando herramientas para desenterrar bulbos, tubérculos y otros órganos subterráneos de almacenamiento que poseen muchas plantas. La importancia de estos alimentos vegetales enterrados, suponen los arqueólogos, creció cuando los habitats favorecidos por los homínidos en la región del Rift Valley de Africa Oriental llegaron a hacerse más abiertos y secos hace dos y medio millones de años.

Extrapolar hacia atrás, desde los tiempos modernos hasta un pasado remoto de más de dos millones de años, puede ser engañoso, pero en ausencia de evidencia arqueológica, puede contribuir a elaborar modelos útiles del comportamiento de aquellos seres. Así, del estudio de tribus actuales, cazadoras y recolectoras, de esta región, que todavía extraen tubérculos silvestres del suelo, se logra una idea del comportamiento de los precursores del hombre.

Uno de estos grupos, los Hadzas, del Norte de Tanzania, son estudiados ahora por Anne Vincent como parte de su tesis doctoral en la Universidad de California, en Berkeley (*World Archaeology*, vol. 17, p. 131). La población total, de unos 600 Hadzas, vive en lo que se califica como ambiente sabana mosaico, que se considera similar al que habitaban los homínidos de África hace unos dos millones de años, aunque, ciertamente, no había entonces pastoreo de ganado de parte de tribus pastoriles.

Aunque los Hadzas comen carne de caza, también recolectan frutillas, miel y varios tipos de tubérculos. Vincent no duda que, con la ayuda de una tecnología simple (palos para excavar) y con un poco de trabajo, esta gente consigue un buen valor por sus esfuerzos de excavación. Los tubérculos pueden ser comidos crudos, aunque los Hadzas prefieren tostarlos ligeramente, y constituyen una buena y confiable fuente de alimentos durante todo el año, si es necesario.

En el área de estudio de Vincent, alrededor de Mangola, cerca del río Barai y de los llanos circundantes regularmente inundados, se recoge (principalmente por mujeres) tubérculos de hasta cinco especies de leguminosas leñosas perennes. Todos son ricos en hidratos de carbono, son jugosos y dulces, y se requiere sólo pelarlos antes de comerlos crudos o

tostados. Los de *Vigna macrorhyncha* y de *Vatovaea pseudolablab* son redondeados como las papas y se forman a profundidades no mayores de 50 centímetros. *Vigna frutescens* tiene tubérculos alargados que se encuentran un poco más profundo que los otros.

Las mujeres Hadzas necesitan cavar, a veces hasta metro y medio de profundidad, para encontrar estos tubérculos, pero pueden obtener hasta cinco kilogramos o más por cada hora de trabajo. Los palos cavadores tardan unos cuatro minutos en ser hechos con la ayuda de un machete de acero, y duran para unos ocho viajes de recolección.

A estas mujeres no les importa caminar hasta ocho kilómetros desde el campamento, para desenterrar tubérculos, recoger frutillas y coleccionar agua, aunque generalmente sólo caminan menos de cinco kilómetros.

Estos recursos que el hombre primitivo descubrió cuando el ambiente se volvió hostil y difícil nos recuerdan los tubérculos que el hombre andino aprendió a utilizar en el altiplano de los Andes, donde el maíz, las cucurbitáceas y los granos de leguminosas no podían resistir el frío, la sequedad y la fuerte irradiación de estos páramos a más de cuatro mil

metros sobre el nivel del mar. La misma papa decrece en sus rendimientos en esas condiciones. Pero los habitantes de las punas encontraron tubérculos de plantas de diversas familias, adaptadas a ese ecosistema, a las que domesticaron estableciendo cultivos apropiados a ese peculiar ambiente. Así tenemos el olluco (*Ullucus tuberosus*) de la familia de las baseliáceas, la oca (*Oxalis tuberosa*), quiba y huisisay en Venezuela, de las oxalidáceas, y la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), cubio en Colombia, de las tropoláceas, entre las más conocidas, cuya producción llega a venderse en los mercados urbanos, incluso en capitales como Lima, La Paz y Quito. Hay otros tubérculos de menor difusión, a veces conocidos sólo localmente.

Es claro que aquí se habla de comunidades pastorales que cultivan esas plantas, mientras que en el caso de los Hadzas se trata de tribus que están todavía en la etapa de recolección y de caza. Pero nos gustaría también extrapolar hacia atrás, como hace Anne Vincent en África Oriental, y pensar que estos habitantes del Altiplano, quizás refugiados de conquista de los Incas, aprendieron a servirse, en sus refugios de las alturas, de los tubérculos que estas plantas habían desarrollado para asegurar su supervivencia en las épocas de sequía o de heladas. Adalberto Gorbitz.

INFESTACION POR EL CHINCHE VERDE DE FRIJOL *Acrosternum marginatum*  
(Palisot de Beauvois) SOBRE RENDIMIENTO DE *Phaseolus vulgaris* L: SU EFECTO<sup>1</sup> /

G. J. HALLMAN\*, C. G. MORALES\*\*, J. M. J. HOLLANDS\*\* A. OREE\*\*

Summary

Between March 1983, and May 1984, three trials to determine the effect of different infestation levels of the green stink bug *Acrosternum marginatum* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera, Pentatomidae) on dry bean (*Linea-24*) yield were conducted at the Centro Internacional de Agricultura Tropical near Palmira, Colombia. Bean plants in cages 3 m long by 1.3 m wide were infested with 0, 6, 12 and 24 fourth and fifth instar nymphs during the entire postflowering period. The equation  $Y = 100\% - 23\% x + 3.8\% X^2$ , where "Y" = the maximum percentage yield and "X" = the number of bugs per 0.6 m<sup>2</sup> significantly fit the data. There was also a significant inverse relationship between 100 seed weight and level of infestation. The cage alone reduced yield by 15%.

Introducción

Los insectos de la familia Pentatomidae (Hemiptera) atacan las vainas del frijol *Phaseolus vulgaris* L. chupando las semillas, lo cual reduce el rendimiento y la calidad de las mismas. Algunas especies, como *Nezara viridula* (L.) y *Acrosternum hilare* (Say), transmiten el patógeno de la "mancha de levadura" de la semilla *Nematospora coryli* Peglion (1, 3); la enfermedad reduce el peso y calidad de la semilla y la mancha. Por ejemplo, al infestar tres plantas de la variedad de frijol "mourinho" con dos adultos de *N. viridula* durante tres semanas después de la floración, se redujo el rendimiento con respecto al testigo no infestado en un 38% (3). Otro chinche importante que ataca el cultivo del frijol en Brasil es *Piezodorus guildinii* (Westwood) (4). *Acrosternum marginatum* (Palisot de Beauvois), el chinche verde de frijol, ataca el cultivo en Centroamérica, aunque se desconoce la importancia del daño que causa (6). El objetivo del presente estudio fue estimar el efecto de la infestación de frijol por *A. marginatum* sobre el rendimiento.

Materiales y métodos

Se estableció una colonia de *A. marginatum* en la casa de malla de Entomología - Frijol en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), de Palmira, utilizando insectos provenientes de siembras de frijol en este Centro. Los chinches fueron alimentados con plantas de frijol (var. BAT 41) en potes, complementando su alimentación con vainas traídas del campo.

En el campo fueron realizadas tres siembras de la línea producida por el Instituto Colombiano Agropecuario "Linea 24", las cuales fueron sembradas en surcos con una distancia de 10 cm entre plantas y 60 cm entre surcos, los días 21 de marzo y 20 de diciembre de 1983, y el 29 de febrero de 1984. Las siembras fueron regadas por gravedad cuando fue necesario y se controló las plagas que atacaron las plantas antes de la etapa de floración, con monocrotophos o dichlorvos (insectos), hidróxido cúprico (bacteriosis común del frijol) y azufre (ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae).

Cuando las vainas formadas alcanzaron cinco centímetros de longitud, se colocó jaulas de tres metros de largo y 1.3 metros de ancho y un metro de alto, sobre parcelas de seis metros lineales de surco (3.6 m<sup>2</sup>). Las jaulas fueron construidas con madera y malla de aluminio; la transmisibilidad de radiación

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 17 de diciembre de 1984.

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical, A.A. 6713, Cali, COLOMBIA.  
Servicio de Extensión Agrícola, San Lorenzo, Paraguay.  
Entomology, Bannenhaven 7, 6709 PD Wageningen, Holanda y Kawanda Res. Sta. Kampala, Uganda, respectivamente.

solar a través de las jaulas fue del 65-70%. No se observó cambios en la temperatura y humedad relativa dentro del follaje en la jaula, comparado con el follaje de frijol fuera de las jaulas

En las jaulas fueron introducidos 0, 6, 12, y 24 chinches de 4° y 5° instar y se mantuvo este nivel hasta la madurez de la cosecha, reemplazando cada tres a siete días los chinches que murieron, mudaron al estado del adulto o desaparecieron, con ninfas provenientes de la colonia de cría

En todos los ensayos se estableció un tratamiento sin jaula para observar el efecto de la jaula sobre el rendimiento; hubo tres repeticiones por tratamiento. No se presentó infestaciones naturales significativas del chinche u otros insectos atacando las vainas durante los ensayos

En el ensayo sembrado el 20 de diciembre se intentó establecer infestaciones (6, 12 y 24 ninfas por 3.6 m<sup>2</sup>) fuera de las jaulas.

En los tres ensayos se tomó datos del rendimiento y el peso de 100 semillas. En los dos últimos ensayos se contó el número de vainas por cinco plantas, y en el último se hizo una prueba de germinación según el método usado en el Programa de Frijol del CIAT (2)

Se hizo regresiones sobre el efecto del nivel de infestación de chinches sobre rendimiento, peso de 100 semillas y número de vainas por planta. Puesto que el rendimiento promedio para las jaulas no infestadas

varió entre ensayos, se expresó los datos en porcentajes del tratamiento con jaula no infestados y se realizó una regresión entre los porcentajes promedios de los tres ensayos.

## Resultados

La relación entre el número de chinches por metro lineal de surco (X) y rendimiento (Y) no fue significativa para la ecuación lineal, pero sí fue significativa para la ecuación cuadrática:  $Y = 100\% - 23\% X + 3.8\% X^2$ .

La relación entre el número de chinches por metro lineal de surco (X) y el peso de 100 semillas (Y) tampoco fue significativa para la ecuación lineal, aunque la fue para la cuadrática:  $Y = 35 \text{ g} - 4.8 X \text{ g} + 0.89 X^2 \text{ g}$  (probabilidad F = 0.021) (Cuadro 1)

Aunque hubo una tendencia de reducción en el número de vainas por planta, con aumento en el número de chinches por metro lineal de surco, la relación no fue significativa

El porcentaje de germinación de la semilla del tercer ensayo fue alto para todos los tratamientos y no hubo diferencias significativas (Cuadro 1).

No se observó manchas causadas por *N. coryli* sobre la semilla de frijol durante los estudios y, aparentemente, la enfermedad no se presenta en el área (5). Tampoco, se conoce si *A. marginatum* transmite el patógeno

Cuadro 1. Efecto de infestación con *Acrosternum marginatum* en jaulas sobre cuatro parámetros de frijol ICA Palmar. Promedio de tres ensayos. CIAT - Palmira, 1984.

Nivel de infestación (x)	Rendimiento (kg/ha) <sup>1</sup> (y)	Peso 100 semillas (g) <sup>2</sup> (y)	Vainas por planta <sup>3</sup>	% de germinación <sup>4</sup>
0 (Sin jaula) <sup>5</sup>	1 068	34	11.7	100
0 (Con jaula) <sup>5</sup>	912	35	10.1	100
1 por 0.6 m <sup>2</sup>	739	31	9.0	99
2 por 0.6 m <sup>2</sup>	620	29	8.5	100
4 por 0.6 m <sup>2</sup>	611	30	8.4	96

1<sub>y</sub> =  $100\% - 23\%x + 3.8\%x^2$  (prob 0.05) cuando el nivel de 0 (con jaula) es 100%

2<sub>y</sub> =  $35 \text{ g} - 4.8 x \text{ g} + 0.89 x^2 \text{ g}$  (prob 0.05)

3 Regresión no fue significativa (prob 0.05), resultados de dos ensayos

4 Resultados de un ensayo, diferencias no significativas (prob 0.05)

5 La única diferencia significativa (prob 0.05) entre los testigos sin y con jaula fue en rendimiento

El intento de establecer infestaciones de chinches sin jaulas no resultó, pues después de colocarlos, éstos se desaparecieron por causas desconocidas, entre 10 y 20% por día. En cambio la pérdida de chinches dentro de las jaulas fue de 0.5 a 10% por día, estableciéndose una relación inversa con la edad del frijol.

En cuanto al efecto de la jaula sobre el frijol, hubo diferencia significativa entre las plantas bajo y fuera de las jaulas, para rendimiento solamente (Cuadro 1).

### Discusión

Según los resultados de estos ensayos, *A. marginatum* causa daños significativos al frijol en niveles de poblaciones bajas. Sin embargo, la cantidad de daño se reduce mucho en sucesivos niveles de infestaciones; hubo poca diferencia entre el rendimiento de frijol infestado con dos o cuatro chinches por metro lineal de surco. El mismo fenómeno, aunque menos marcado, se observó en frijol infestado con *N. viridula* en Brasil (3).

Otros dos estudios estimaron el daño causado por chinches al frijol; aunque éstos y el actual trataron de diferentes especies de chinches, usaron otras variedades de frijol y jaulas de distintos tamaños infestados por diferentes períodos de tiempo, se puede calcular un denominador común para los tres (Cuadro 2). En promedio, cada chinche por 0.6 m<sup>2</sup> de frijol por semana, ocasionó una reducción de 30 kg/ha, lo cual significa una pérdida económica con tan bajo nivel de población de la plaga.

Aparentemente, el daño que causan los chinches al frijol consiste en abortar vainas pequeñas (4, 7) además de reducir el peso de las semillas y transmitir el patógeno *N. coryli* (1, 3). En el presente ensayo hubo una reducción en el número de vainas por planta con el aumento del nivel de infestación, aunque la relación no fue estadísticamente significativa. Se reco-

mienda muestrear más de cinco plantas por parcela en el futuro; pues es posible que el número no fuera suficiente para lograr una buena estimación.

### Conclusiones

Los chinches que atacan directamente a la semilla de frijol en formación constituyen una plaga que puede causar daño significativo al cultivo aún en niveles de poblaciones bajas. Además, el daño que causan los chinches puede pasar inadvertido porque no deja signos obvios sobre las vainas atacadas. La semilla cosechada a menudo no muestra arrugamiento cuando el daño principal ha sido aborto de vainas y en ausencia de *N. coryli*. Por eso es importante prestar atención a estas plagas cuando se presentan en frijol y considerar las formas de controlarlo cuando los niveles de población sobrepasan uno por 0.6 – 1.0 m<sup>2</sup>.

### Resumen

En el período comprendido entre marzo 1983, y mayo 1984, fueron realizados tres ensayos sobre el efecto de diferentes niveles de chinche verde de frijol *Acrosternum marginatum* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Pentatomidae) en el rendimiento de frijol (Línea 24) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Palmira, Colombia. Se infestó plantas en jaulas de tres por 1.3 m con 0, 6, 12 y 24 ninfas de 4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> instar durante todo el período de posfloración. La ecuación  $Y = 100\% - 23\% X + 3.8\% X^2$ , donde "Y" es el porcentaje de rendimiento máximo y "X" el número de chinches por 0.6 m<sup>2</sup> de frijol, se ajustó significativamente a los datos. También se encontró una relación inversa y significativa entre el peso de 100 semillas y el nivel de infestación. La jaula redujo significativamente el rendimiento en un 15%.

Cuadro 2. Comparación de tres ensayos sobre el daño causado por chinches al frijol.

Especie de chinche	Variedad de frijol	País	Período de infestación (semanas)	Pérdida (kg/ha) por semana por chinche por 0.6 m <sup>2</sup> / <sup>1</sup>
<i>Nezara viridula</i>	Mourinho	Brasil <sup>2</sup>	3	30.6
<i>Piezodorus guildinii</i>	Río Tibagi	Brasil <sup>3</sup>	1	21.9
<i>Acrosternum marginatum</i>	Línea 24	Colombia	4.5	38.5

1 Basado en la diferencia entre el testigo y el nivel más bajo de infestación.

2 Costa *et al.* (3)

3 Costa *et al.* (4)



## Literatura citada

1. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY 1975 Compendium of soybean diseases. USA p 64
2. ANONIMO 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Ministerio de Agricultura de España p 184
3. COSTA, E.C.; LINK, D.; MARIO, J.L. 1980. Daños causados por *Nezara viridula* (L.) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista do Centro Ciencias Rurais 10(4):335-341
4. COSTA, E.C.; LINK, D.; MARIO, J.L. 1980. Efeitos de niveis de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) sobre feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Rio Tibagi. Revista do Centro Ciencias Rurais 11(4):251-256.
5. MARMOLEJO, F. 1984. Comunicación personal. Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira, Valle
6. SAUNDERS, J.L.; KING, A.B.S.; VARGAS, C.L. 1983. Plagas de Cultivos en América Central: Una lista de referencia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Boletín Técnico No. 9.. Costa Rica p. 90.
7. UNDERHILL, G.W. 1934. The green stinkbug. Virginia Agricultural Experiment Station Bulletin 294 Blacksburg p. 26.

## Reseña de libros

WATER REUSE SYMPOSIUM III PROCEEDINGS -- THE FUTURE OF WATER REUSE. AWWA Research Foundation, 6666 W. Quincy Avenue, Denver, CO 80235 USA 1 830 p ISBN 0-915295-02-4 (1985).

Published by the AWWA Research Foundation, a nonprofit organization established for centralized water supply research, **Future of Water Reuse** provides the complete record of the symposium held in San Diego, California, August 26-31, 1984. This symposium was co-sponsored by ASCE, AWWA, CAREW, IAWPRC, IWSA, WPCF, WSIA, and the U.S. Federal Government.

Organized into twelve chapters, this three volume set provides the most up-to-date description of the state-of-the-art of water reuse and recycling available today. Building from an introductory base that discusses managing and financing reuse projects, the books address the topic of reuse from the viewpoint

of the final user, whether a municipal water supplier, industrial, agricultural or other larger water consumer.

Separate chapters highlight international projects, as well as military applications of water reuse. The discussion of health effects and water quality criteria is probably the most comprehensive presentation of this critical aspect of water reuse to be found. Although it is developed from the proponent's viewpoint, it fairly presents both the benefits and concerns of wastewater reuse, and therefore addresses the demands of public health officials, water suppliers, and public interest groups.

The concluding chapter on research needs not only points to the future of water reuse, it contains numerous discussions of the specific research areas and projects that must be started in order to make water reuse and recycling a widespread, practical, alternative water supply for both potable and non-potable demands.

These proceedings will provide a valuable addition to the library of all organizations and agencies involved in water supply, wastewater treatment or environmental control.

VARIACIONES ANUALES EN EL CONTENIDO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO  
EN HOJAS DE UNA PLANTACION DE LIMON SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swing)  
EN LA COSTA DEL PERU<sup>1</sup> /

V. SOCALO\*  
L. GUZMAN\*\*

### Summary

*In a study of the nutritional values of a West Indian lime crop (*Citrus aurantifolia* Swing), budded on *Citrus yambhiri* and three years old, annual variations in the levels of nitrogen, phosphorus and potassium were determined*

*After dividing the field into three parts, monthly leaf samples were taken from each one from July 1981 to June 1982.*

*Results showed that levels of nitrogen (2.7% ) and phosphorus (0.16% ) were optimum, while potassium content (0.70% ) was low. Also observed were strong variations in the levels of these elements during the course of the year: the periods April-June and September-November, when flowering was intense, were times of maximum nutritional requirements*

### Introducción

**E**l departamento de Piura es, conforme a las estadísticas y por amplio margen, el principal productor de limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swing), para el mercado de consumo fresco en Perú. La mayor producción se encuentra localizada en Chulucanas, pero otros lugares del departamento, como San Lorenzo y el Valle del Chira, se constituyen en zonas con condiciones ecológicas favorables para el desarrollo comercial del cultivo.

Esto hace pensar que para elevar la producción es necesario mejorar los métodos de cultivo, elegir variedades de alto rendimiento, manejar racionalmente los

árboles, y combatir en forma eficaz las plagas y enfermedades. Tales inversiones podrán producir los ingresos deseados cuando simultáneamente existe preocupación por una buena nutrición de los árboles.

En el presente trabajo se ha determinado el estado nutricional de un cultivo joven de limón sutil midiendo las variaciones, a través del año, de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, y empleando la herramienta principal y más útil, como es el análisis foliar.

### Revisión de literatura

El estudio de ciertas partes de la planta para determinar su adecuada fertilización es, en el caso de los cítricos, la hoja, pues en ella el nivel existente de cada uno de los nutrimentos básicos constituye un buen índice de apreciación de la eficiencia con que la planta los absorbe (6, 10, 12, 14). Su importancia estriba en el hecho de prever problemas deficitarios sin que se noten los síntomas visuales (13).

Experimentos realizados prueban que hay diferencias significativas en el contenido de nutrimentos en hojas de cítricos, tomados de ramas con fruto terminal y sin él, siendo los niveles de N - P - K más bajos en las primeras (18). De igual manera, Smith (14) y

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 22 de agosto de 1985.  
Parte de tesis presentada por el autor principal para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Programa Académico de Agronomía, Universidad Nacional de Piura, Perú

\* Ex alumno del Programa Académico de Agronomía Universidad Nacional de Piura, Perú

\*\* Profesor Asociado, M Sc Fruticultor del Departamento de Agronomía y Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía, Universidad Nacional de Piura, Perú

Huallanca (7) han confirmado esta variación en la concentración de nutrientes, con un porcentaje menor en las hojas provenientes de terminales con fruto.

El limonero absorbe nitrógeno durante todo el año, pero hay períodos en que el consumo es más intenso, como es en las floraciones que se producen en los meses de setiembre a noviembre y de abril a junio, en los que un suministro adecuado durante el período de floración y cuajado del fruto puede asegurar adecuadas cosechas (10, 14).

Chapman y colaboradores (4) estudiaron el comportamiento de limones jóvenes de la variedad "Monroe" en soluciones nutritivas durante cinco años, con diferentes niveles de suministro de nitrógeno, y encontraron que las mejores cosechas se obtuvieron con niveles intermedios de este elemento. Los valores en la hoja de terminales con fruto y sin ellos dieron un promedio de 2.43% de N en materia seca, encontrándose valores entre 1.76% y 2.55%.

Jones y Embleton (9) aseguran que el contenido de N en la hoja del limonero tiene relación inversa con el vigor de la planta. Aumentado la cantidad de nitrógeno en el suelo el incremento en las hojas era menor para los "strains" de limonero más vigorosos y mayor para los menos vigorosos. Concluyen que la concentración óptima de nitrógeno en las hojas es de 2.5% para los limoneros "Monroe Lisbón" y variedades menos vigorosas y de 2.0% para los limoneros "Prior Lisbón" y variedades más vigorosas. Sin embargo, Cardoza (2), manifiesta que el contenido de nitrógeno en las hojas está en relación directa con la cantidad que de este nutrimento se incorpora al suelo en el abonamiento.

A su vez, Rosenberg (13) considera deficiente los valores de 2.2% de nitrógeno en materia seca de la hoja; esto depende de la región, ya que hay zonas que con valores tan bajos como 1.9% logran excelentes producciones y no se obtiene mucho beneficio elevando la dosis de este elemento.

La deficiencia de fósforo se caracteriza con valores desde 0.7% a 0.9% (1, 3, 13) en la hoja. Algunas investigaciones demuestran que valores de 0.30 a 1.0% de potasio en las hojas son considerados deficientes y que este elemento juega un papel de mucho relieve en el cuajado o amarre de los frutos, así como en el desarrollo, y que su deficiencia se observa claramente en la calidad de la fruta (5, 14, 17, 18).

Smith (14), Jones y Embleton (8), señalan que cuando las concentraciones de nitrógeno en las hojas son bajas o deficientes, el fósforo, azufre y potasio tienden a incrementarse y viceversa.

Street (15) también afirma que las deficiencias de potasio, calcio, y fósforo interrumpen el metabolismo del nitrógeno, pero su efecto es mayor sobre la absorción de nitratos que sobre su reducción en la planta.

### Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el período comprendido entre julio de 1981 y junio de 1982 en el Valle del Chira, en campos de la Comunidad Campesina de Querecotillo y Salitral del Departamento de Piura, al norte del Perú. Los datos climáticos de la zona son reproducidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones climáticas durante el desarrollo del experimento (o).

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)			Precipitación (mm)
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima	
Julio 81	27.0	21.4	15.8	90	72	42	0.000
Agost 81	27.4	21.6	15.7	89	72	42	0.000
Set 81	29.6	21.1	16.4	84	63	31	0.000
Oct 81	30.6	24.1	17.6	83	62	30	0.000
Nov 81	30.8	24.4	17.9	90	68	36	0.000
Dic 81	31.6	25.6	19.6	89	66	36	0.000
Ene 82	31.7	26.3	20.9	87	66	36	0.000
Feb 82	32.1	27.0	21.9	86	64	36	0.600
Marz 82	31.9	26.4	20.9	86	64	36	0.000
Abril 82	31.2	25.7	20.1	88	67	38	1.100
Mayo 82	30.3	24.7	19.2	89	73	45	0.000
Jun 82	28.5	23.5	18.4	91	75	47	0.000

(o) Datos proporcionados por el SI: NAMHI - Piura, correspondientes a la Estación Meteorológica de Mallares.

La plantación de tres años de edad se dividió en tres lotes de plantas de limón sutil, injertadas sobre limón rugoso, muestreándose el 20% de la población de cada lote.

Fueron tomadas las muestras seleccionando los árboles bajo el criterio de zig-zag, consistiendo cada muestra de cuatro hojas (una de cada punto cardinal) provenientes de terminales sin fruto con una edad entre cinco a siete meses, pudiendo llegar hasta un máximo de 10 meses. Se tomó la tercera hoja a partir del ápice del terminal.

Para determinar la variación anual de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio se tomó una muestra por lote y por mes, efectuándose esta labor el mismo día y muy temprano por la mañana.

Cuadro 2. Época, clase y dosis de fertilizantes por árbol, aplicados en cada uno de los lotes entre los años 1981 y 1982.

Época de fertilización	Clase de abono usado	Cantidad aplicada por árbol
Abril (1981)	Urea	1 kg
Diciembre (1981)	Urea	1 1 kg
Junio (1982)	Nitrato de Amonio	2 kg
Diciembre (1982)	Urea	1 5 kg

También se efectuaron aplicaciones foliares conjuntas de fertilizantes (Nutrisol) e insecticidas (Supracid)

Durante la evaluación foliar de la plantación se aplicó fertilizantes minerales de acuerdo al criterio propio de los agricultores, limitándose al uso de Urea y Nitrato de Amonio, tal como se indica en el Cuadro 2.

## Resultados y discusión

Antes de presentar los resultados del análisis foliar debe mencionarse, que los suelos de la plantación de limón sutil fueron analizados en sus características físicoquímicas (Cuadro 3), como una ayuda fundamental para la discusión

A continuación se indica el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en la hoja, así como sus variaciones a través del año. Los contenidos de estos elementos para los lotes I, II y III se presentan en el Cuadro 4.

### Nitrógeno

El contenido de nitrógeno en la hoja del limonero sufre marcadas variaciones a través del año, teniendo mucha importancia en este aspecto el clima, las estaciones del año y la época de intensa floración y cuajado del fruto (Fig. 1).

Con respecto a la variación en los tres lotes, se muestra más o menos semejante, esto en cuanto se refiere a los diferentes ciclos de desarrollo de la planta

Cuadro 3. Análisis físico-mecánico y químico de los suelos de los diferentes lotes. Profundidad de 0 - 30 cm.

Determinación	Lote 1	Lote 2	Lote 3
% Arena	65 24	60 24	60 24
% Limo	21 56	24 56	24 56
% Arcilla	13 20	15 20	15 20
Textura	Fco Ao	Fco Ao	Fco Ao
C E mmhos/cm 25°C	1 74	3 0	3 5
pH	8 3	8 3	8 0
% M o	0 3	0 1	0 1
% N	0 02	0 004	0 004
% CO <sub>3</sub> Ca	1 6	1 5	1 4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ckg/ha)	104 0	36 4	46 8
K <sub>2</sub> O (kg/ha)	1 280 3	1 244 6	1 201 5
Cambiables (meq/100 g)			
Ca	10 8	12 6	7 0
Mg	1 3	1 3	1 0
Na	0 6	0 9	1 3
K	0 9	0 9	1 0
CIC	13 8	15 7	11 0

\* Estos valores fueron obtenidos con base a los valores de meq. de k/100 g de suelo, refiriendo K a K<sub>2</sub>O y 100 g a 1 ha respectivamente.

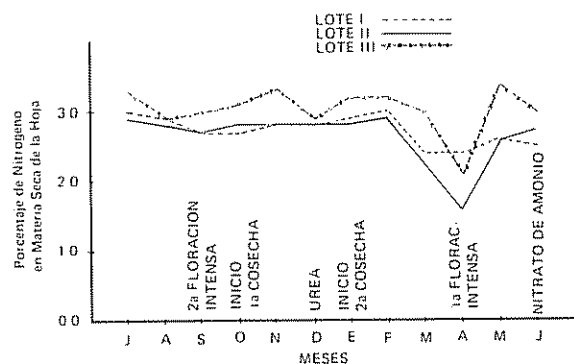


Fig 1 Variación Anual de la concentración de Nitrógeno en la Hoja de Limonero Julio 81-Junio 82

Según Morin (11) el limonero absorbe nitrógeno durante todo el año, pero hay periodos en que el consumo es más intenso; en este caso aquellos corresponden a la floración más intensa que se produce en los meses de setiembre a noviembre y de abril a junio.

En este estudio la disminución en el contenido de nitrógeno en la hoja de limonero coincide en parte con estas épocas, alcanzando los valores más bajos entre marzo y abril (Fig. 1), coincidiendo a su

vez esta baja con la primera floración intensa que sufrieron las plantas, así como también al posible desgaste en la formación de nuevas hojas, frutos, y a la falta de agua, que induce a la planta a una obligada expansión radicular. Las plantas mantienen un nivel satisfactorio de nitrógeno durante los meses de julio hasta febrero, empezando a bajar a partir del mes de marzo. Esto quizá se debe a la influencia que tiene la aplicación de abono al suelo y al menor consumo por parte de los diferentes órganos.

Los niveles en que se encuentra este elemento son descritos en el Cuadro 4, donde los lotes I y III manifiestan un nivel promedio alto, no así el Lote II que presente un nivel promedio óptimo (3, 4). Esta diferencia de valores posiblemente se deba a la movilidad de este elemento, lo que origina que haya épocas en que se observa cambios muy marcados debido a la mayor actividad fisiológicas de la planta. Esto pudo ser confirmado en el campo, puesto que los árboles del lote II fueron los que más fructificaron en el año, afirmación que coincide con la dada por Smith (14), aunque Jones y Embleton (9), observan que el contenido de nitrógeno en la hoja del limonero tiene relación inversa con el vigor de la planta (a más vigor menos nitrógeno y a menos vigor más nitrógeno), hecho que muy bien puede ser aceptado en este lote puesto que se trata de árboles más vigorosos.

Cuadro 4. Contenido anual de nutrimentos en la hoja del limonero lotes I, II y III. Julio 1981 - Junio 1982<sup>1</sup>.

Mes <sup>2</sup>	En porcentaje de materia seca de la hoja								
	Lote I			Lote II			Lote III		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Julio 81	3.0	0.20	0.65	2.9	0.19	0.48	3.3	0.21	0.32
Agosto 81	2.9	0.21	0.56	2.8	0.23	0.69	2.9	0.20	0.56
Setiem 81	2.7	0.15	0.65	2.7	0.19	0.65	3.0	0.21	0.69
Octub 81	2.7	0.21	0.65	2.8	0.18	0.74	3.1	0.21	0.74
Nov 81	2.8	0.19	0.56	2.8	0.19	0.65	3.3	0.21	0.65
Dic 81	2.8	0.19	0.62	2.8	0.17	0.69	2.9	0.16	0.65
Enero 82	2.9	0.18	0.69	2.8	0.21	0.69	3.2	0.18	0.71
Feb 82	3.0	0.20	0.87	2.9	0.14	0.71	3.2	0.12	0.74
Marzo 82	2.4	0.18	0.77	2.2	0.20	0.74	3.0	0.17	0.77
Abril 82	2.4	0.13	0.74	1.6	0.09	0.77	2.1	0.16	0.83
Mayo 82	2.6	0.20	0.77	2.6	0.08	0.83	3.4	0.20	0.85
Junio 82	2.5	0.19	0.82	2.7	0.08	0.81	3.0	0.20	0.81
Promedio Anual	2.7	0.19	0.70	2.6	0.16	0.70	3.0	0.18	0.69

1 Basado en hojas de terminales sin fruto, de cinco a siete meses de edad, sanas y sin ninguna deficiencia

2 Una muestra por mes y por lote o parcela

En cuanto a la variación en el contenido de nitrógeno a través del año, se observa que en el Lote I la curva se mantiene casi constante, no evidenciando síntomas de escasez en ningún momento, y apreciándose directamente en el campo el follaje verde oscuro característico, debido al abonamiento nitrogenado; según Uexküll (16), los limoneros no requieren un abonamiento nitrogenado muy excesivo y más bien pueden presentar inconveniente con él, pues es muy fácil de llegar a excederse.

En este caso, y con los datos presentados en el Cuadro 1, se tiene un promedio de nitrógeno/árbol/año de 0.92 kg en 1981 (dos aplicaciones) y 1.35 kg en 1982, siendo lo recomendado para las condiciones locales en árboles de esta edad, según Rosenberg (13), 240 g de nitrógeno por árbol y, en California según Uexküll (16), de 1 a 1.5 kg de nitrógeno por árbol y por año, para limoneros.

El elevado contenido del elemento en los árboles del lote III puede estar influido por la exigencia de los mismos en el mantenimiento de su área foliar, puesto que este lote fue el más afectado en el suministro de agua, teniendo también influencia el suelo, el que presenta un alto grado de pedregosidad que contribuye a que los árboles se defolien.

Como se aprecia, para los cítricos es difícil establecer un nivel óptimo en cuanto al contenido de nitrógeno, pero en este caso, se coincide con la mayoría de investigadores, puesto que en las apreciaciones visuales no se evidenció deficiencia de este elemento: esto se confirma mediante el análisis foliar, pero teniendo en consideración los diversos trabajos que el respecto han sido efectuados, de cuyos resultados experimentales y observaciones fisiológicas puede desprenderse que únicamente los criterios que influyen en la fijación de las dosis, época y forma de

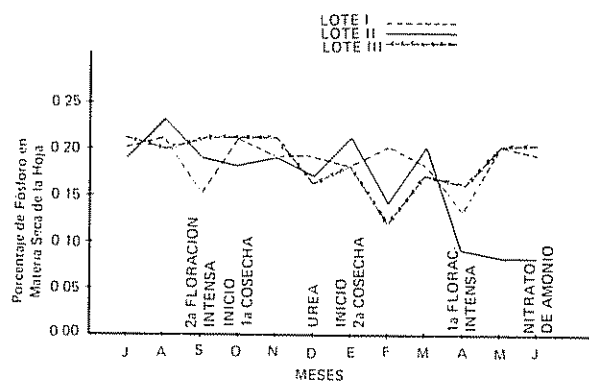


Fig. 2. Variación Anual de la Concentración de Fósforo en la Hoja de Limonero Julio 81-Junio 82

aplicar los abonos será conveniente modificar en cada caso las recomendaciones sobre los mismos, puesto que son varios los factores que influyen en la acción del nitrógeno

### Fósforo

La Figura 2, muestra variaciones marcadas en cada lote, presentando el lote I un comportamiento casi constante, no así el lote II, cuyos valores caen dentro del rango alto en los meses de enero y marzo y de julio a diciembre y baja en el mes de abril, dando un promedio anual óptimo de 0.16% de fósforo, aunque Chapman (3) considera los valores de 0.15% como un contenido alto de fósforo.

El lote III presenta una secuencia similar al lote I, siendo el promedio anual alto; considera al suelo como el factor principal de esta causa, ya que el análisis del mismo indica que los lotes I y III manifiestan un contenido medio en fósforo ( $P_2O_5$ ), haciendo posible una buena disponibilidad del elemento para la planta, no así el suelo del lote II, que presenta un contenido bajo de  $P_2O_5$ . Estos resultados coinciden con lo afirmado por Aldrich y Cooney (1), quienes aseguran que las variaciones en el contenido de fósforo en la hoja del limonero dependen del contenido de este elemento en el suelo.

Es sabido que las condiciones del suelo tienen una influencia decisiva en la disponibilidad y aprovechamiento del fósforo, ya que es fijado con facilidad por combinaciones de Fe, Al, como ocurre en los suelos arcillosos, pero también sufre menos lixiviación con relación a otros elementos en donde las fuerzas de fijación del suelo son relativamente pequeñas, como sucede en los suelos arenosos, que se asemejan al tipo con el que se trabajó en este.

En cuanto a la fisiología de la planta, el comportamiento de los árboles en los lotes I y III, al no mostrar bajas notorias en el contenido de fósforo, se debe a la menor actividad que tuvieron los mismos en la formación de órganos, siendo menor su floración y fructificación, en comparación con el lote II. El lote I presente los valores más bajos en los meses de setiembre y abril, los que según Uexküll (16) son los meses en que el consumo de nutrientes es más intenso. El lote II presenta los valores más bajos en los meses de abril, mayo y junio, debido posiblemente a la abundante formación de frutos así como a la formación de nuevas hojas y brotes que requieren grandes cantidades de fósforo (10).

El lote III presenta un ligero descenso en el mes de febrero, pero manteniéndose en el nivel satisfactorio (0.12%) (3).

De lo observado se puede afirmar que se ha identificado un ciclo nutritivo, propio del suelo virgen, por lo que en este caso la fertilización fosforada puede realmente limitarse a compensación de las cantidades de fósforo extraídas por las plantas

### Potasio

El potasio es el elemento preponderante en los frutos cítricos (16) pues representa más de un 40% del contenido de cenizas en esos frutos; en consecuencia, al momento de la más alta producción requieren mayores cantidades de potasio, afirmación que es válida para este caso ya que los valores más bajos se encuentran entre julio y noviembre, época en que los árboles estuvieron en producción.

El potasio, dada su gran movilidad hacia los centros de mayores exigencias, emigra hacia los brotes nuevos y ramillas, haciendo que se le dé importancia entre cinco a siete meses de edad (13).

La Figura 3 muestra que las curvas presentan una secuencia ascendente sin mucha variación entre un mes y otro. El lote I registra los valores más bajos en los meses de agosto y noviembre, en que llega a 0.56% (rango bajo) pero a partir del mes de diciembre empieza a aumentar su porcentaje, obteniéndose valores que caen dentro del rango óptimo (3) Como se aprecia, sólo en los meses de agosto y noviembre la baja en el contenido está asociada con la producción de frutos (2), y con la translocación del elemento hacia los centros de mayores exigencias durante el ciclo de primavera (10), en este caso hacia los nuevos brotes y semillas

El lote II presenta valores bajos en potasio en los meses de enero y de julio a diciembre, coincidiendo con el período en que la planta tiene menor actividad y menos consumo por parte de los diferentes órganos

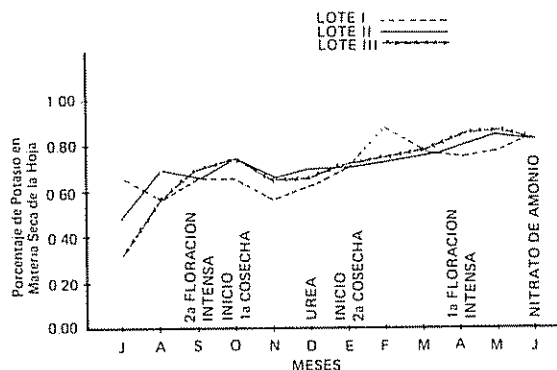


Fig 3 Variación Anual de la Concentración de Potasio en la Hoja de Limonero Julio 81-Junio 82

El lote III registra una variación en la curva casi similar al lote II, presentando su contenido más bajo en el mes de julio (0.32%), cuyo valor es considerado como deficiente; luego se mantiene en el nivel bajo hasta el mes de diciembre, pasando a presentar valores óptimos desde enero a junio, lo que permite afirmar que pese a la poca floración y fructificación que tuvieron los árboles de este lote, hubo mayor consumo de potasio (10, 16).

En términos generales, tomando en cuenta el contenido anual de potasio en cada uno de los lotes y teniendo siempre como base los valores estándar, se considera a los lotes I y II con un contenido en el nivel bajo, o sea que los valores caen en el rango de 0.40 a 0.90% (3); esto también está de acuerdo con lo afirmado por Smith (14), quien considera que una deficiencia de potasio y una condición inversa en la cosecha ocurren cuando el nivel de este elemento está por debajo de 0.7%, Chapman (5) señala que para el limonero los valores óptimos están entre 0.90 a 1.40% en materia seca de la hoja, tomadas de ramas de brotes terminales sin frutos.

El lote II tiene un nivel bajo en potasio (0.4 – 0.9) (3), aunque Rosemberg (13), considera que para mantener el nivel de productividad del huerto se puede llegar a contenidos mínimos de 0.4% de potasio sin que éste se resienta.

El potasio en el suelo de los tres lotes registró en cantidades suficientes, ofreciendo una buena disponibilidad para las plantas.

### Conclusiones

Las principales conclusiones a que se llegó en la presente investigación son las siguientes:

1. El análisis foliar determinó que en las plantas de limonero los niveles de nitrógeno y fósforo se mantienen en rango óptimo de 2.70 y 0.16% respectivamente, pero presentan un nivel bajo de potasio, 0.70%.
2. El análisis foliar determinó que los periodos comprendidos entre abril y junio, y de setiembre a noviembre, son la época en que la planta consume la mayor cantidad de elementos, por ser periodos de intensa floración, convirtiéndose los mismos como la época de mayor requerimiento de elementos nutritivos.
3. Se determinó que los elementos (N – P – K) presentan muchas variaciones a través de año.

4. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en la hoja del limonero está en relación con el contenido de estos en el suelo.

### Resumen

En un estudio del estado nutricional de una plantación de limón sutil injertado, sobre limón rugoso de tres años de edad se determinó los niveles de variaciones, a través del año, de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio.

El campo fue dividido en tres lotes, tomando de cada uno muestras foliares mensuales a partir de julio de 1981 hasta junio 1982.

Los resultados indicaron que los niveles de nitrógeno (2.7%) y fósforo (0.16%) se encontraban dentro del rango óptimo, mientras que el contenido de potasio (0.70%) era bajo. Asimismo, se constató que estos elementos tienen una muy marcada variación a través del año, estableciéndose que los períodos comprendidos entre abril y junio y de setiembre a noviembre corresponden a la época de mayor requerimiento nutricional por coincidir con períodos de intensa floración.

### Literatura citada

1. ALDRICH, D.G., J.J. COONEY. 1956. Phosphorus deficiency and excess. California Citrograph 42(1):50-54.
2. CARDOZA, R., M.H. 1971. Evaluación mediante en análisis foliar de los estados nutricionales de plantaciones de Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swing), en la zona de Chulucanas, Depto. de Piura. Tesis de grado. Piura Universidad Nacional Técnica de Piura. 138 p.
3. CHAPMAN, H.D. 1960. Leaf and soil analysis in citrus orchards. University of California, Div Agr. Sci. Ext., Service Manual No. 25. 53 p.
4. CHAPMAN, H.D., H. JOSEPH; D. RAYNER. 1969. Nitrogen nutrition in young lemons. California Citrograph 54(5):192-200.
5. CHAPMAN, H.D., H. JOSEPH; D. RAYNER. 1964. Potash in relation to California citrus. California Citrograph 49(12):454-455, 464-468.
6. ESTRADA, J. 1964. El análisis foliar como índice de la fertilidad del suelo, puede ser usado para determinar el estado nutricional del mismo. Lima. La Molina Universidad Agraria (mimeografiado).
7. HUALLANCA, H. 1968. Determinación del estado nutricional del naranjo "Washington Naval", sobre dos patrones en el valle de Huaral. Tesis de grado. Lima Universidad Agraria La Molina. 94 p.
8. JONES, W.W.; EMBLETON, T. 1969. Development and current status of citrus leaf analysis as a guide to fertilization in California. California Citrograph 44(4).
9. JONES, W.W.; T.W. EMBLETON; S.B. BOSWELL. 1970. Nitrogen rate effects on lemon production, quality and leaf nitrogen. Journal of the American Society for Horticultural Science 95(1):46-48.
10. MORIN, CH. 1960. La Citricultura en la Costa del Perú. Lima. SCIPA. Ministerio de Agricultura. 46 p.
11. MORIN, CH. 1980. Cultivo de cítricos. Lima. Edit. IICA. 2da. ed. p. 249-404.
12. RIVERO, J.M. 1968. Delimitación de los estados de carencia en los agrios. Madrid. Mundi Prensa. 510 p.
13. ROSEMBERG, G. 1969. Fertilización en cítricos. Israel. Ministerio de Agricultura. Servicio de Extensión Agrícola. Depto. de capacitación para el extranjero. 49 p.
14. SMITH, P.F. 1966. Citrus nutrition. In Temperate to tropical fruit nutrition. Ed. by M.F. Childers. New Jersey, Somerset Press. p. 174-207.
15. STREET, H.E. 1953. Nitrogen metabolism of higher plants. Annual Review of Plant Physiology 4:4.
16. UEXKULL, H.R.V. 1963. Nuevos conocimientos sobre fertilización en cítricos. 2ed., rev. por M. Kämpfer. Boletín Verde no. 1:21-28. p. 21-80.
17. VADEMECUM DE LA POTASA. 1966. Potasa y calidad de productos agrícolas. Alemania. 88 p.
18. WEIR, C.C. 1966. Leaf sampling for foliar analysis of citrus in Trinidad. Horticultural Abstracts 36(3):625.



## Reseña de libros

TORO, J.C. y ATLEE, C.B. Prácticas Agronómicas para la producción de yuca: Una revisión de la literatura (Serie CIAT No. 9 SC-5) Cali, CIAT, 1981 44 p.

Como el nombre lo indica, se trata de una amplia revisión bibliográfica de los trabajos efectuados en las diferentes zonas productoras de yuca del mundo, dando énfasis a la investigación realizada en el CIAT, Brasil y en algunos países africanos y asiáticos, con respecto a las prácticas agronómicas de este cultivo, que ocupa el séptimo lugar en importancia en el mundo.

El trabajo abarca los siguientes temas:

1. Material de propagación
2. La siembra
3. El control de malezas
4. El riego
5. La poda
6. La cosecha
7. La rotación de cultivos.

Cada uno de los temas está ampliamente documentado, presentándose información muy variable sobre

un mismo tema, lo cual se debe a las diversas condiciones ecológicas en que se ha llevado a cabo los experimentos. En cada caso los autores hacen ver cuáles son los aspectos importantes para poder decidir sobre la forma más adecuada de realizar una determinada práctica.

Al final del folleto los autores, y como conclusión de la revisión de literatura, establecen cuáles son las prácticas que se deben efectuar, tanto en las zonas tradicionalmente productoras de yuca como en las de suelos de baja calidad (oxisoles y ultisoles) para la obtención de una producción óptima.

La información recopilada sobre los experimentos llevados a cabo en diferentes lugares del mundo fue resumida y expuesta en forma clara y oportuna en cada tema tratado, dándole bastante fluidez al texto.

Esta publicación es sumamente útil para investigadores, extensionistas y productores de yuca ya que permite conocer, a través de las 149 referencias bibliográficas, los trabajos más importantes sobre las prácticas agronómicas en el cultivo de yuca, de manera que evita la duplicidad de esfuerzos y sirve de base para el establecimiento de programas de investigación sobre prácticas que no han sido estudiadas o que presentan controversia.

Al conocerse cuáles son las prácticas más adecuadas se puede obtener mayores rendimientos por unidad de área, lo que redundará en una mayor rentabilidad del cultivo, aspecto de primordial importancia para el productor.

JUAN E. MORA M.  
IICA  
OFICINA COSTA RICA

# TRADITIONAL AND MODERN STORAGE METHODS OF UNDERGROUND ROOT AND STEM CROPS IN NIGERIA<sup>1</sup>

E. O. ETEJERE,\*  
R. B. BHAT\*

## Resumen

*El presente trabajo muestra varios métodos modernos y tradicionales de almacenamiento de cosechas de raíces recientemente cosechados, tales como yuca, camote, y otros tallos de cultivo bajo tierra, entre ellos ñame, tiquisque, patata blanca, jeníebre, cebollas y ajos. No obstante que algunos métodos modernos están disponibles para el almacenamiento de estas cosechas, los métodos tradicionales son extensamente practicados entre los agricultores.*

*Se analiza, por tanto, las ventajas y desventajas existentes entre los métodos tradicionales y modernos de almacenamiento.*

## Introduction

Underground root and stem crops provide some of the major staple foods of the total population in Nigeria. This has resulted in increased production of these crops, which in turn demands efficient and long-lasting storage techniques to protect the freshly harvested crops from spoilage. Consequently, improved storage techniques have been established in Nigeria. The purpose of the establishment of research institutes such as the "West African Stored Products Research Unit" (WASPRU) is to investigate the best methods for storing agricultural products to supplement or improve the existing storage methods among farmers (6).

In Nigeria, harvested crops are often slow to reach the markets or the consumer due to lack of immediate transportation from the farm sites. The need for lengthy storage also arises due to the seasonal production of these crops, which must be retained for food during the off-season and in times of scarcity, and also for use as seeds to plant in the following season.

Therefore efficient short and long-term storage methods are practised by the farmers. The nature and final use of these farm products also determine the method and length of storage.

Various traditional and modern storage techniques are practised in the country, depending on technical know-how, facilities available, cost, climatic factors at the time of storage, risk of exposure to pest attack and the quantity of the farm produce. Although modern techniques are being developed for effective storage of these products in large quantities, most farmers still depend on the traditional methods since these new techniques are not within their reach. This paper documents the various storage techniques (traditional and modern) practised in various parts of Nigeria. The major root crops cultivated in the country are cassava (*Manihot* sp.) and sweet potato (*Ipomoea batatas*), while underground stem crops are yam (*Dioscorea* sp.), cocoyam (*Colocasia* sp., *Xanthosoma* sp.), potato (*Solanum tuberosum*), ginger (*Zingiber officinale*), onion (*Allium cepa*), and garlic (*Allium sativum*). Usually for all the underground stem and root crops, the soil particles are removed before storage to prevent and diseases caused by microorganisms.

Storage of these crops usually begins after harvest. Crop harvest periods vary depending on the type of

<sup>1</sup> Received for publication on October 11, 1984

\* Department of Biological Sciences, University of Ilorin, P.M.B. 1515, Ilorin, Kwara State, Nigeria

crop, but usually storage lasts until the next harvest. Temperatures and relative humidity (RH) also vary between the two seasons (dry and rainy). The temperature during the storage period in the dry season varies from 28°C to 40.5°C, with the RH ranging from 33% to 78%. In the rainy season, the temperature varies from 21.1°C to 32.9°C, and the RH from 61% to 98%.

## Root crops

### 1. Cassava (*Manihot* sp.)

#### Traditional Method of Storage

- (i) It is generally believed that cassava tubers cannot be stored satisfactorily once they have been harvested. With this belief in mind, farmers harvest the edible tubers before they become fibrous, while the others, which are used for starch and flour preparation, are left unharvested in the soil for a period of up to 2 years.
- (ii) For short-term storage, the tubers are carefully harvested with part of the aerial stem still attached (Fig. 1). This helps preserve the tubers in good condition, as the eventual decay starts at the cut end of the aerial stem. Similar observations have also been made by Irvine (3).
- (iii) The tubers are sometimes piled into heaps and watered daily to keep them fresh, or coated with a paste of mud to preserve their freshness for a maximum period of one week.

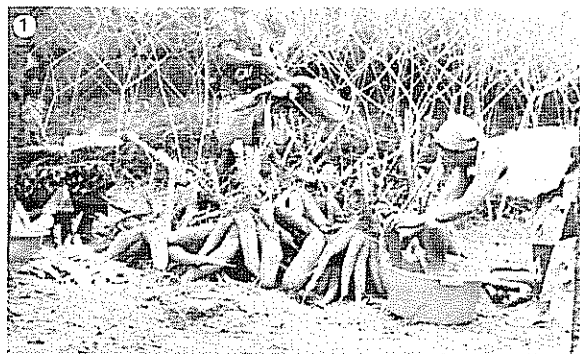


Fig. 1. Freshly harvested cassava tubers showing some portion of the aerial stem still attached.

## Modern methods

Recent research developments (1) have shown that the freshly harvested tubers can be stored for some time. The various modern methods practised at present are as follows:

- (i) The freshly harvested tubers, with a small part of the aerial stem still attached (Fig. 1), are buried in sawdust and kept moist by adding water every other day. This method helps preserve the tubers in good condition for a period of 2 to 3 months.
- (ii) For large scale storage, the tubers are kept in trenches where they are arranged between the leaves of oil palm or raffia palm and the trenches covered by a top layer of soil. The trenches are moistened with water at intervals and protected by a straw shed, which provides shade. This method has been found suitable for the storage of tubers for up to a period of 2 1/2 months.

### 2. Sweet Potato (*Ipomoea batatas*)

#### Traditional methods

Sweet potatoes are rarely stored in Nigeria, as they are harvested as required. However, various traditional methods of storage are used in different parts of the country for short periods.

- (i) The sweet potato tubers are arranged between layers of dry grass in shallow trenches. The topmost layer of dry grass is then plastered with mud.
- (ii) Selected healthy tubers can be stored in small rooms for about 2 to 3 weeks.
- (iii) In parts of northern Nigeria, the tubers are stored in dry sand-lined clamps, covered with grass, in shady places. They can be stored for 3 to 4 weeks.
- (iv) Tubers may also be stored in barns and are sometimes tied on racks covered with either dried grass or oil palm leaves. They can be stored for a maximum period of 3 weeks.
- (v) Sometimes the tubers are packed in bamboo baskets and stored in the roof space for a maximum period of one month.

- (vi) Storage at room temperature is also practised, although the tubers may lose 10% to 15% of their weight by two weeks after harvest (5)

### Underground stem crops

#### 1 Yam (*Dioscorea* sp.)

##### Traditional methods

Various traditional methods are used for the storage of yam in Nigeria

- (i) The stem tubers are stored on wooden platforms in cool and well ventilated rooms to avoid direct sunlight, which may cause drying and cracking. The tubers are arranged in irregular rows and covered with dry grass to allow air circulation.
- (ii) The yams are also stored by tying the tubers to a frame of living wooden poles (usually *Ficus* spp. since they are not easily attacked by termites) which are fastened together and anchored firmly into the ground. Cross poles are fastened to these upright poles at regular intervals, usually about 30 cm apart. The frames are set up in covered barns (Fig. 2). This is one of the best methods of preserving yams.
- (iii) Yam tubers are also stored in layers inside trenches. They are then covered with dry grass followed by a layer of soil. The trenches are normally made in areas where the soil is dry, in order to avoid sprouting and decay.

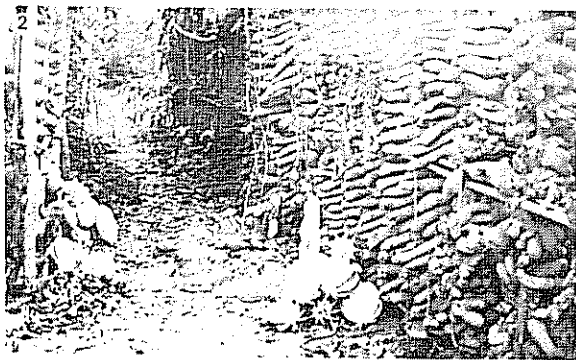


Fig. 2. Yam storage showing tubers tied to a framework of living wooden poles, e.g., *Ficus* sp.

- (iv) In some parts of Nigeria, yams are left in the soil for temporary storage after the stems have been cut off.

- (v) The tubers may be stored in a thatched shed with a raised platform about 0.6 – 0.9 m above the ground. The platforms, which are usually covered with oil palm leaves and branches, are supported by four corner poles.

- (vi) The tubers are packed in ashes and covered in soil before they are stored at room temperature.

- (vii) In some areas, the tubers are stored in pyramidal shapes lining the floor, and the clumps are covered with dried oil palm leaves, leaving a hole in the middle for air circulation.

- (viii) The yams are suspended singly from branches which shade them. This is practised with small quantities of yams.

- (ix) Seed yams are stored by slicing them into sets and removing the inside part of each one. These slices are put into shallow sheltered places in the ground and covered with plantain or banana leaves (*Musa* sp.). This enables them to produce sprouts and hastens their growth when planted. Most of these methods preserve the tubers for 6-8 months.

### Modern methods

- (i) Cold room storage at about 15°C is being tried in research stations. This has been found expensive for traditional farmers (2).

- (ii) Yam tubers are irradiated with gamma rays at low dosages of 7.5-15 krads within one month of harvest. This is followed by storage in ambient conditions. This will effectively control factors causing deterioration and keep the yams in good condition for 8-9 months.

- (iii) The use of chemicals to prevent and control rotting of stored tubers is currently being tested and is showing good promise.

#### 2 Cocoyam (*Colocasia* sp. and *Xanthosoma* sp.)

##### Traditional methods

- (i) Cocoyams are stored on wooden platforms with the corms arranged in irregular rows.

and covered with dry grass to allow air circulation

- (ii) In some parts of Nigeria, trenches are made in dry and shaded areas and the corms stored inside. They are covered with dry grass and finally covered with soil

So far, no modern methods of preservation of cocoyams have been used in Nigeria.

### 3 Irish Potato (*Solanum tuberosum*)

Traditional methods

- (i) Potatoes are usually stored in well-aerated bins or containers
- (ii) The tubers are also stored in loose and trussed straw and kept in well-aerated rooms

#### Modern methods

- (i) The traditional method of storing in bins and containers is improved by disinfecting the bins and containers with chemicals such as Formalin before storage.
- (ii) The loose and trussed straw method is also improved by using synthetic substitutes to remove excess moisture from surface layers of the tubers. Labor requirements are minimal.
- (iii) A system of localised heating of the air space above the tuber stacks is also being practised for storage in warehouses with well-insulated roofs.
- (iv) The incidence of sprouting and decay can be prevented or reduced by spraying a combination of CIPC (chloropropahm) and thiabendazole chloride on freshly harvested tubers (4)

These methods can preserve stored tubers for a maximum period of 6 months

### 4. Ginger (*Zingiber officinale*)

Traditional method

Roots and soil particles on the rhizomes are removed after harvest, and the ginger is stored in trenches of dried soil. The surface layer is covered with dry grass and finally with soil.

#### Modern method

The rhizomes are placed for 2-3 months in cold storage. The quality deteriorates with longer storage.

### 5. Onion (*Allium cepa*) and Garlic (*Allium sativum*)

Traditional method

The harvested bulbs are cleaned and the roots removed. They are left in the sun to dry thoroughly to prevent rotting during storage. They can store well for 3-4 months with occasional drying and removal of rotten bulbs.

#### Discussion

It is well known that most of the developing countries have the necessary agricultural resources to supply their populations with food. In Nigeria, for example, the country is blessed with favourable physical and climatic conditions for the successful production of root and stem crops like cassava, sweet potatoes, yams, etc. and various types of cereals. In Nigeria alone, 15 million tons of yams are produced per annum (1). The production of these crops, especially the food crops, is seasonal. Cassava cuttings are planted usually in the early part of the rainy season (May-June), and maturation of the roots takes from 9 months to 1 1/2 years depending on the variety, soil and rainfall. Sweet potatoes are planted during the rainy season, especially in April-May, and the growing period ranges from 3-5 months depending on the variety. Harvest takes place after 4-6 months. Yams in most parts of Nigeria are planted towards the end of the dry season (February-March) and are harvested at the end of the rainy season (September-October), while in some other parts especially in Central Nigeria, yams are planted at the beginning of the dry season (November-December) and remain dormant until the beginning of the rainy season (March-April), when they sprout. They are usually harvested at the end of the rainy season. Cocoyams (*Colocasia*), which take 5-6 months to mature, are planted at the end of the rainy season, while *Xanthosoma* takes about 10 or more months to mature after planting in the rainy season. Planting of Irish potatoes in the highland areas of Nigeria follows the same cycle as onion and garlic. They are planted about the middle part of the rainy season (July-August) in the northern parts of Nigeria, where there is low rainfall, and are harvested after 4-5 months. Ginger is planted in the beginning of the rainy season and harvested after 9-10 months.

Traditionally there has been no known method for long-term storage of cassava tubers, since they are easily susceptible to decay and also become fibrous a short while after harvest. The only methods therefore are short-term, and the most satisfactory method involves harvesting the tubers along with part of the aerial stem still attached to them. Modern methods can store these tubers up to a period of three months by burying them in sawdust or in trenches. Since this period of storage of cassava tubers is not long enough to cover the period until the next harvest, an efficient method should be developed through research efforts. Probably one of the drawbacks to research of freshly harvested tuber storage is the success already achieved in the preservation of tubers in their dried form for very long periods. The dried forms meet the needs of the people before the next harvest.

Various methods of storage for sweet potatoes are practised in Nigeria, although they are not satisfactory for long-term storage. As the tubers are consumed in their fresh forms, the need to store them in the dried form is neglected. Perhaps research on the utilisation of the dried forms may encourage farmers to store the tubers dry and thus eliminate wastage.

Yam is a traditional crop of West Africa, an area which accounts for three-quarters of world production. Traditional yam storage has been very satisfactory in Nigeria. Both short- and long-term storage methods have been found to preserve yams satisfactorily, probably because the tubers can be stored well in the fresh and the dried forms. There are many traditional practices and customs in storing yams, but the main objective is to keep the tubers dry and away from direct rays of the sun to avoid drying and cracking. The best and simplest traditional method, however, is that of preserving the yams on slatted platforms attached to living wooden poles (Fig. 2). This is because yams can easily be inspected, rotten yams can be removed, sprouts can be removed manually, and the method is easily available to farmers. Modern storage of yams is highly technical and beyond the reach of farmers. These methods, however, have very few advantages over the traditional methods, because both systems store for almost the same duration.

Crops such as cocoyams and Irish potatoes are secondary food items in Nigeria, and long-term storage has not received much attention. Moreover, they are always used in their fresh forms, and thus there is little concern for storage of the dried forms. However, researchers have evolved a modern storage technique for fresh Irish potatoes for up to a period of six months.

Only traditional methods for storage of onion and garlic are practised in Nigeria, and these have been found suitable among the people.

Dried ginger is used commercially as a spice in confections and mineral water manufacture (3). Little attention is thus given to long-term storage of the fresh forms.

In general, most of the underground root and stem crops are also stored in their dried forms. This paper has not attempted to discuss the various methods of dry preservation.

### Summary

This paper documents the various traditional and modern storage methods of freshly harvested underground root crops, such as cassava and sweet potato, and underground stem crops, such as yams, cocoyams, Irish potato, ginger, onions and garlic. Although some modern methods are available for the storage of these crops, traditional methods are usually practised by farmers. The advantages and disadvantages of some of these traditional and modern methods of storage are discussed.

### Literature cited

- 1 ANONYMOUS. 1984. New Nigerian special report on agriculture. New Nigerian daily publ. pp. I-XVI.
- 2 ANTHONIO, O.O.B. 1979. Production and management of tropical crops. In General Agriculture for West Africa. George and Allen and Unwin Publ. Ltd. London, p. 43-60.
- 3 IRVINE, F.R. 1979. West African crops. Oxford University Press (1979 Edn) pp. 153-188.
- 4 OLURUNDA, A.O.; MCKELVIE, A.D.; A.E.S. MACKLON. 1979. Effects of temperature and chloroprotham on the storage of the yam. Journal Science of Food Agriculture. 25:1 233-1 238.
- 5 PURSEGLOVE, J.W. 1974. Tropical crops Dicotyledons. Longman group Ltd. 3rd. Ed. p. 86.
- 6 UGURU, O.O. 1981. Crop protection. In An introduction to agricultural science for tropical areas. Nelson Publ. p. 280.

## Reseña de libros

SOTO M. Bananos, Cultivo y Comercialización. 1985. 627 p.

En este libro el autor vierte su conocimiento y experiencia adquiridas a través de muchos años, como profesional dedicado a la producción e investigación del cultivo del banano en Costa Rica y como profesor en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

El contenido del libro se distribuye en una secuencia adecuada en 10 capítulos, que incluyen además cuatros estadísticos, diagramas e ilustraciones fotográficas a color y en blanco negro, que tienden a mantener la atención del lector.

En el Capítulo 1 el autor hace una breve introducción sobre el origen y distribución del banano en el mundo, pasando luego a un amplio recuento histórico del cultivo y comercialización de banano en América, con énfasis en América Central y muy particularmente en Costa Rica.

El Capítulo 2 comprende la descripción botánica de la planta en sus diferentes partes haciendo énfasis en aquellos aspectos que pueden ser de utilidad para el manejo del cultivo. Se basa este capítulo en una extensa revisión bibliográfica matizada con experiencias propias del autor.

En el Capítulo 3 se hace una amplia exposición de la ecología del banano, con mucho énfasis en los factores climáticos y de suelos, que son relevantes para el cultivo.

El Capítulo 4 comprende la posición taxonómica, clasificación y mejoramiento genético. Nuevamente el autor en este capítulo se apoya en una extensa revisión bibliográfica, aunque incluye observaciones de experiencias propias realizadas en el área bananera costarricense.

Los Capítulos siguientes, 5 y 6, constituyen la parte medular del libro, desde el momento en que enfocan todas las operaciones del cultivo propia-

mente dicho, desde la siembra hasta la cosecha y empaque de la fruta. Se hace referencia inclusive a investigaciones recientes, cuyos resultados en algunos casos, aún no han sido publicados; aparte de experiencias propias del autor y de sus colaboradores.

El Capítulo 7 versa sobre el transporte y mercadeo de la fruta, en sus diversas fases, tales como el transporte al puerto de embarque, a los mercados; el almacenamiento, maduración y mercadeo de la fruta.

El Capítulo 8, muy relacionado con el anterior, comprende el Comercio, Economía y Política Mundial del banano, cubriendo aspectos de importancia como la demanda y oferta a nivel mundial, costos de producción y distribución, política bananera mundial y principales mercados del mundo. Se plantea también la posibilidad de comercialización directa de los productores y se ilustra con ejemplos en la materia.

El Capítulo 9 se dedica al aprovechamiento de la fruta "no exportable" en la elaboración de diversos productos para consumo humano, así como su utilización en la alimentación animal y finalmente en el uso de los desechos de la producción bananera.

El Capítulo 10 cubre el tema de la administración de una empresa bananera en sus diversas fases de planificación, organización, dirección y control.

Otros aspectos importantes del libro son la sección bibliografía al final de cada capítulo y el glosario de términos técnicos y uso bananero más corrientes, que en conjunto son de extrema ayuda al lector.

Finalmente, es necesario resaltar el enfoque que el Ing. Soto pretende dar a su libro, el cual lejos de ser teórico, presenta los diversos temas desde un punto de vista práctico, con miras a que en conjunto el libro sea de máxima utilidad para el estudiante académico, el productor e investigador de campo y el industrial bananero. Esto lo consigue el autor y por tanto la obra constituye un magnífico aporte a la literatura agrícola costarricense en particular, y una gran obra de referencia para la literatura "bananera" en general.

RUFO BAZAN  
HICA  
SEDE CENTRAL

VARIABILIDAD EN LAS POBLACIONES DE TIQUISQUE MORADO (*Xanthosoma violaceum*)  
EN RELACION CON EL MATERIAL DE PROPAGACION. I. PESO DEL PROPAGULO  
Y PRESENCIA O AUSENCIA DE YEMA TERMINAL<sup>1</sup> /

J. A. SOTO\*  
J. A. ARZE\*\*

Summary

*The first phase of the study focussed on problems of non-uniformity of establishment and yield for this tuber. The following factors were studied in the first phase of research: the weight of the whole propagule (main corms of 2 500 and 750 g, lateral cormels of 325, 150 and 50 g); and presence or absence of the apical bud. Treatments were arranged in a 5 x 2 factorial in a randomized complete block design with three replications.*

*It was found that rates of emergence and growth, as well as the yield of corms and cormels, increased proportionally with the weight of the propagule and the presence of an apical bud.*

*When the terminal bud was eliminated from the propagule, the number of corms produced for propagation was increased, but the weight and size per unit was reduced.*

*When the propagating material was grouped by weight and type, variability in plant growth and yield of corms and cormels was reduced, when compared with common grower practices.*

*Mindful that propagation consumes a portion of commercial production, it was shown that the highest ratio of dry commercial material to units of propagation was obtained with the smaller cormels of 150 and 50 g.*

Introducción

**E**n el trópico húmedo bajo, los cultivos que producen raíces, tubérculos y cormos ofrecen alto potencial de producción alimenticia. Entre ellos, los géneros comestibles de la familia Araceae (*Xanthosoma* y *Colocasia*) presentan posibilidades de difusión en esas áreas.

En las aráceas, la reproducción sexual no se utiliza debido a la escasa frecuencia de floración, dificultad en el transporte del polen a las flores femeninas y esterilidad de las semillas (2, 4); esto ha causado que se propaguen tradicionalmente por medio de material vegetativo con el uso de cormos principales y cormelos laterales (3, 5)

En Costa Rica el agricultor utiliza pedazos de cormo principal de 100 g, seccionados transversal y longitudinalmente respecto al eje del cormo entero, como material de propagación. En estas poblaciones se produce alta variabilidad morfológica que causa un crecimiento y maduración de plantas no uniforme.

Debido a este problema se planificó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes pesos de propágulos, su origen en la planta madre, presencia de yema terminal y prebrotación del material de propagación, sobre la uniformidad morfológica en las poblaciones de tiquisque morado.

Para lograr el objetivo propuesto la investigación fue dividida en dos secciones. En esta primera parte se considera el efecto del peso del propágulo y la yema terminal en el material de propagación.

Metodología

La etapa de campo se efectuó en el área experimental "La Montaña" del Centro Agronómico Tropi-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 14 de julio de 1985

\* Ingresado del Programa de Estudios de Posgrado UCR-CATIE Turrialba, Costa Rica

\*\* Fisiólogo vegetal Departamento de Producción Vegetal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba, Costa Rica



cal de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica

Se utilizó la especie *Xanthosoma violaceum*, conocida en Costa Rica como tiquisque morado. El material de propagación fue seleccionado de una finca comercial localizada en el distrito La Rita, cantón de Pococi, Limón.

Los factores evaluados fueron combinados en un factorial 5 x 2, dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables de respuesta analizadas fueron:

#### a. Total de plantas emergidas

#### b. Tasa de emergencia

Se define como la relación entre las plantas emergidas y el tiempo;

$$t e. = \text{plantas emergidas (\%)} / \text{tiempo (días)}$$

Se realizó registros periódicos del número de plantas emergidas en intervalos de ocho días, hasta que no se manifestó incremento respecto al muestreo anterior. El periodo y el porcentaje de emergencia fueron divididos en cuatro unidades iguales;

periodo (días)	+	+	+	+
	1	2	3	4
	4	4	4	4
emergencia (%)	25	50	75	100

Se elaboró una escala arbitraria de calificación con cuatro grados:

- 1 **excelente** si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 2 **bueno** si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50% , o si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 3 **regular** si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50% , o si en los primeros tres cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 4 **mala** si en los primeros tres cuartos de tiempo se alcanza una emergencia menor de 50% .

#### c. área foliar

Con base en métodos de medición de área foliar usados en aráceas (1, 6, 8), se desarrolló una forma de evaluación indirecta que permitió no eliminar las hojas de las plantas en cada muestreo. De toda la población de plantas se tomó una muestra de 500 hojas, de manera que estuvieran representadas en ella todos los tamaños, y se midió el área foliar ( $\text{cm}^2$ ) con un medidor electrónico portátil (LI3000), y la longitud de la nervadura central (cm) de las mismas. Ambas medidas se asociaron en una ecuación exponencial de la forma  $Y = aX^b$ , donde  $Y$  = área foliar,  $X$  = longitud de la nervadura central,  $a$  = intercepto  $X$ e $Y$ ,  $b$  = pendiente. El coeficiente de determinación entre el área foliar y la longitud de la nervadura central fue de  $R^2 = 0.97$  y la ecuación obtenida  $Y = 0.550505 X^{2.2065827}$ .

En las plantas seleccionadas se midió periódicamente la longitud de la nervadura central de todas las hojas, iniciando los muestreos a los 60 días de la siembra con intervalos de 30 días hasta la cosecha. El área foliar se estimó con la aplicación de la ecuación obtenida a las mediciones de longitud de la nervadura central de las hojas.

#### d. rendimiento de cormos y cormelos

##### 1 calidad comercial

A comestible: cormelos de forma alargada, sanos, mayores de 18 cm de longitud y 5 cm de diámetro en el segmento más ancho, y peso de 200-250 g.

B para propagación: incluye los cormos principales que se utilizan como material de propagación en poblaciones futuras.

##### 2 calidad no comercial

Son los cormelos deformados, rajados, con daños fisiológicos o patológicos y los menores de 11 cm de longitud.

Las variables de respuesta, área foliar y rendimiento, fueron evaluados a través de análisis de varianza y pruebas de Duncan (0.05). Para la variable "tasa de emergencia" se aplicó la escala de calificación establecida.

La parcela total constó de 60 plantas, de las cuales 30 correspondieron a la parcela útil. Cada parcela tuvo cinco surcos separados 1.2 m entre sí, y en cada surco se sembró 12 plantas separadas por 0.5 m una de otra.

Resultados y discusión

Total de plantas emergidas

El peso del propágulo y la presencia de yema terminal no afectaron la emergencia de plantas en forma conjunta, aunque si se produjo efecto del peso del propágulo en forma independiente. La emergencia de plantas se incrementó con el aumento del peso del propágulo. La prueba de Duncan (0.05) separó la emergencia de plantas de las cinco categorías de propágulos en tres grupos (Fig. 1).

Sobre la emergencia influye directamente el número y estado fisiológico de las yemas de cormos y cormelos. A mayor tamaño de las mismas existe más área de corteza que permite a la vez la presencia de mayor número y desarrollo más avanzado de las yemas.

Tasa de emergencia

Esta variable descendió desde "excelente" hasta "regular" con la disminución en el peso del propágulo (Fig. 2). Con los propágulos de mayor peso, P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>, se alcanzó mayores porcentajes de emergencia en un periodo más corto. Las demás categorías; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, produjeron porcentajes de emergencia menores y necesitaron de un periodo más largo en relación a P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>.

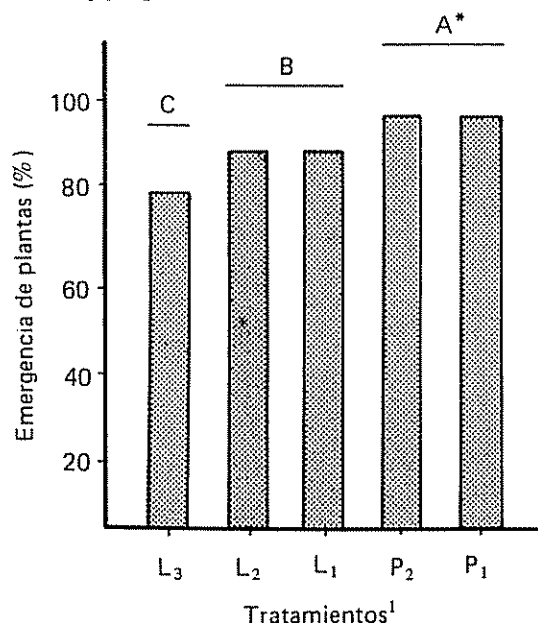


Fig 1 Total de plantas emergidas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) respecto al peso del propágulo.

1 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágulos de cormo principal de 2500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente.

\* Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de "F" al 0.05.

La tendencia de comportamiento de las curvas de emergencia es similar para todos los tratamientos. Las diferencias en relación con el tiempo pueden estar motivadas por un mayor desarrollo morfológico y fisiológico de las yemas en los propágulos de mayor peso. También contribuye la mayor cantidad de reservas en los cormos y yemas grandes, que permite la formación de brotes vigorosos desde el inicio del crecimiento.

No se encontró diferencia entre la presencia o ausencia de yema terminal en el propágulo sobre la tasa de emergencia, con excepción en el cormo principal de 2 500 g. Sin embargo, al comparar las curvas de energía de emergencia (Fig. 2), se observa que para todos los pesos de propágulo la presencia de la yema terminal incrementó la velocidad de emergencia, principalmente durante la fase acelerada de la misma, entre los 20 y 50 días.

Area foliar

Las plantas provenientes de cormo principal desarrollaron un área foliar mayor que las de cormelo lateral durante los primeros 230 días después de la siembra (Fig. 3). Con la prueba de Duncan (0.05),

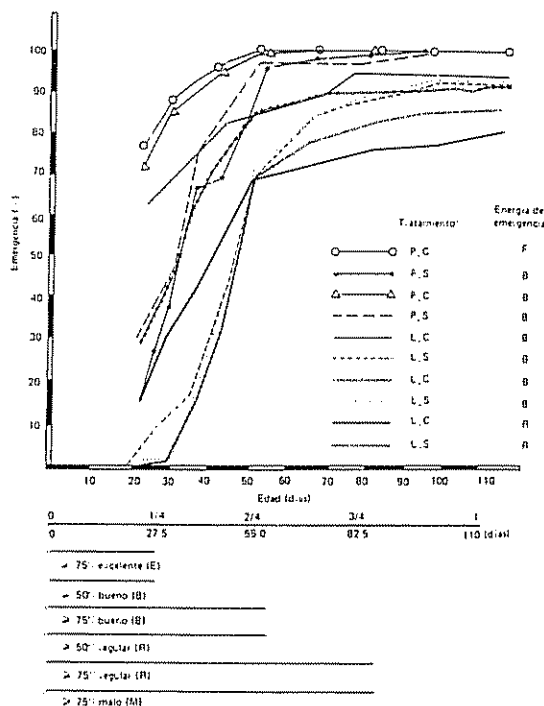


Fig 2. Tasa de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso y la presencia o ausencia de yema terminal.

1 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágulos de cormo principal de 2500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.



Cuadro 1. Descripción de los factores y categorías evaluados.

Factor	Categoría	Características
1- Peso del propágulo	P <sub>1</sub>	Corno principal de 2 500 g
	P <sub>2</sub>	Corno principal de 750 g
	L <sub>1</sub>	Cormelo lateral de 325 g
	L <sub>2</sub>	Cormelo lateral de 150 g
	L <sub>3</sub>	Cormelo lateral de 50 g
2- Yema terminal	C	Presente
	S	Ausente

El rendimiento se incrementó con el aumento en el peso del propágulo, excepto para la calidad primera (Cuadro 2). El peso de cormos y cormelos total producido por las plantas de cada peso de propágulos se separó en tres grupos con la prueba de "F" (0.01) y la prueba de Duncan (0.05), siendo el peso P<sub>1</sub> significativamente diferente de los demás grupos y formando uno aparte. Los otros pesos fueron reunidos en varios grupos de acuerdo al rendimiento obtenido.

Los cormelos producidos por las plantas de propágulos con yema terminal tienden a superar en peso total a los de plantas sin dominancia apical, aunque únicamente se registró diferencias significativas entre ellos para la calidad primera y segunda

En el proceso de crecimiento de tiquisque morado las yemas originan un brote; entre éste y la posición de la yema en el propágulo se desarrolla una estructura con características de corno principal que servirá como material de propagación en posteriores siembras, además de originar los cormelos laterales. Los propágulos principales de mayor peso tienen yemas más crecidas que los laterales y desarrollan brotes más vigorosos, los que a su vez producen una base o nuevo material de propagación grande y de mayor peso.

Cuando las plantas provienen de propágulo sin yema terminal producen un mayor número de brotes como resultado de la pérdida de dominancia apical. Por lo tanto, el número de estructuras para propagación también se incrementa al desaparecer la yema terminal en el material de propagación usado (Cuadro 2). De tal manera, la práctica de eliminar la yema terminal puede utilizarse como un mecanismo para aumentar el material de propagación desde cormos principales, tanto en número como en peso.

Cuando las plantas provienen de propágulo sin yema terminal producen un mayor número de brotes como resultado de la pérdida de dominancia apical. Por lo tanto, el número de estructuras para propagación también se incrementa al desaparecer la yema terminal en el material de propagación usado (Cuadro 2). De tal manera, la práctica de eliminar la yema ter-

Cuadro 2. Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal.

Tratamiento <sup>1</sup>	Materia seca (kg/ha) <sup>2</sup>				
	Primera	Segunda	Para Propagación	No Comercial	Total
P <sub>1</sub>	538 a <sup>2</sup>	2 692 a	9 975 a	3 487 a	16 692 a
P <sub>2</sub>	410 a	2 154 a	6 128 b	2 718 ab	11 410 b
L <sub>1</sub>	564 a	1 282 b	4 128 b	2 385 b	8 356 bc
L <sub>2</sub>	436 a	1 436 b	3 513 b	2 256 b	7 641 c
L <sub>3</sub>	692 a	1 231 b	2 897 b	1 846 b	6 667 c
C	656 + <sup>3</sup>	2 185 +	4 626 <sup>ns</sup>	2 533 <sup>ns</sup>	10 000 <sup>ns</sup>
S	400	1 333	6 031	2 544	10 038

1 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágulos de corno principal de 2 500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágulos de cormelo lateral de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Promedios con igual letra no son significativamente diferente según la prueba de Duncan al 0.05

3 Diferencia significativa entre tratamientos según la prueba de "F" al 0.05 (+)

4 Promedio de tres repeticiones

minal puede utilizarse como un mecanismo para aumentar el material de propagación desde cormos principales, tanto en número como en peso

### Variabilidad

Para el crecimiento foliar, la variabilidad entre las plantas de los diferentes tratamientos de propágulo

fue semejante y aproximadamente constante. En el rendimiento categorizado de cormos y cormelos la variabilidad tiende a incrementarse con la reducción en el peso del propágulo (Cuadro 3).

Con la presencia de yema terminal en los propágu- los también disminuyeron los coeficientes de variación presentados para todas las variables de respuesta, en relación con la ausencia de la misma (Cuadro 4).

Cuadro 3. Coeficiente de variación (%) para las variables áreas foliar y rendimiento comercial categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal.

Tratamiento <sup>1</sup>	Area foliar <sup>2</sup>	Rendimiento comercial		
		Primera	Segunda	Para propagación
P <sub>1</sub>	79	67	66	23
P <sub>2</sub>	88	97	58	62
L <sub>1</sub>	69	80	84	64
L <sub>2</sub>	64	91	112	75
L <sub>3</sub>	77	89	100	73
C	73	67	76	60
S	78	103	86	66
Comparador común <sup>3</sup>	111	+500	221	100

1 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágu- los de cormo principal de 2 500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágu- los de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Promedio de 12 muestreos a intervalos de 30 días durante el ciclo de crecimiento. En cada muestreo se evaluó 36 plantas para cada tratamiento

3 Pedazos de cormo principal seccionados transversal y longitudinalmente. Tipo de propágulo empleado por el agricultor

Cuadro 4. Relación entre el rendimiento comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado con la cantidad de material de propagación requerido.

Tratamiento <sup>1</sup>	Rendimiento comercial kg m s/ha	Material de propagación kg m s/ha	Rend. comercial/material de propagación
P <sub>1</sub>	13 179	13 744 <sup>2</sup>	0.9
P <sub>2</sub>	8 667	4 152 <sup>2</sup>	2.1
L <sub>1</sub>	5 949	1 897 <sup>3</sup>	3.1
L <sub>2</sub>	5 385	872 <sup>3</sup>	6.2
L <sub>3</sub>	4 821	154 <sup>4</sup>	31.3
C	7 487	4 154	1.8
S	7 744	4 154	1.9

1 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágu- los de cormo principal de 2 500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágu- los de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Propágu- los de cormo principal. Peso seco = peso fresco x 0.35786

3 Propágu- los de cormelos laterales de calidad comercial. Peso seco = peso fresco x 0.38

4 Propágu- los de cormelos laterales no comerciales. Peso seco = peso fresco x 0.161675

Comparando los coeficientes de variación de los tratamientos evaluados con el tipo de propágulo usado por el agricultor, pedazos de corno principal (evaluado en la segunda parte de la investigación), es posible observar que la agrupación del material de propagación por tipo y peso contribuye a disminuir la variabilidad presentada durante el crecimiento del cultivo y en el rendimiento categorizado (Cuadro 3)

#### Producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación

Para este cultivo la relación entre el material de propagación y el rendimiento es importante porque en la propagación se usa parte de la producción obtenida. La producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación fue mayor en los propágulos de menor peso (Cuadro 4)

Con un análisis de beneficio-costo parcial, considerando únicamente el insumo "material de propagación" y la producción de calidad comercial, el propágulo de menor peso,  $L_3 = 50$  g, presentó el mejor beneficio económico neto (Cuadro 5). Este análisis económico parcial no pretende determinar la rentabilidad de una población de tiquisque morado sino establecer un criterio que sirva de base para seleccionar el peso del propágulo más apropiado.

Asimismo, en un análisis de beneficio-costo detallado existen otros insumos que favorecen el beneficio neto obtenido con los pesos inferiores del material de propagación. Entre ellos se puede citar el menor volumen de material a ser transportado, más rápido manejo y distribución en el campo, menos mano de obra para plantar, menor cantidad de fungicidas e insecticidas, otros.

#### Conclusiones

- 1 El total de plantas emergidas y su crecimiento, así como el rendimiento de cormos y cormelos, se incrementó con el aumento en el peso del propágulo y la presencia de yema terminal.
- 2 La agrupación del material de propagación por peso redujo la variabilidad del crecimiento de las plantas y del rendimiento de cormos y cormelos, respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.
- 3 Los propágulos enteros de menor peso, cormelos de 50 g presentaron los mayores valores de la relación entre el rendimiento de cormos y cormelos respecto a la cantidad de material de propagación requerido.

Cuadro 5. Análisis de beneficio-costo parcial para tiquisque morado basado en el material de propagación requerido y el rendimiento de cormos y cormelos producido<sup>1</sup>.

Tratamiento <sup>2</sup>	Rend. comercial t/ha <sup>3</sup>	Material de propagación requerido t/ha <sup>3</sup>	Valor del rend. comercial ¢/ha <sup>4</sup>	Valor del material propag. ¢/ha <sup>5</sup>	Beneficio comercial neto ¢/ha <sup>5</sup>
P <sub>1</sub>	36.4	38.5	324 837	334 800	- 9 963
P <sub>2</sub>	23.8	11.5	214 728	100 000	114 728
L <sub>1</sub>	16.4	5.0	147 935	48 913	99 022
L <sub>2</sub>	14.9	2.3	134 076	22 500	111 576
L <sub>3</sub>	13.2	0.8	111 891	6	119 891
C	20.4	11.6	185 348	101 243	84 105
S	21.3	11.6	191 239	101 243	89 996

1 No considera insumos de manejo agronómico del cultivo

2 P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = propágulos de corno principal de 2 500 y 750 g; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

3 Peso fresco

4 Valor monetario de: calidad primera = ¢450/46 kg, segunda = ¢450/46 kg, para propagación = ¢400/46 kg

5 ¢1 00 = \$ 0 023

6 Propágulos de cormelos no comerciales. No se le asignó valor monetario

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de diversos aspectos del material de propagación de tiquisque morado sobre la no uniformidad en el establecimiento del cultivo y en los componentes de rendimiento, se planificó una investigación dividida en dos partes simultáneas. En la primera parte se estudió los factores: peso del propágulo entero; cormo principal de 2 500 y 750 g y cormelos laterales de 325, 150 y 50 g; y la yema terminal, presente o ausente. Los tratamientos fueron ordenados en un factorial 5 x 2 dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

La agrupación del material de propagación por tipo y peso redujo la variabilidad morfológica en el crecimiento de las plantas y en la producción de cormos y cormelos, respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.

Se encontró que la tasa de emergencia es mayor en los propáguulos de más peso con yema terminal. Las plantas provenientes de cormo principal desarrollaron mayor área foliar que las de cormelos laterales, en las que ocurrió un retraso en el crecimiento respecto a las primeras. La presencia de la yema terminal en el propágulo produjo plantas con un desarrollo superior respecto a la ausencia de la misma. El rendimiento de cormos y cormelos comerciales siguió una tendencia similar, aunque con la eliminación de la yema terminal se incrementó el número de cormos para propagación producidos pero se redujo el peso por unidad.

Considerando que en la propagación se usa parte de la producción comercial, se obtuvo la relación entre la producción de materia seca comercial por unidad de propagación, siendo mayor para los propáguulos de menor peso, cormelos de 150 y 50 g.

## Literatura citada

1. CHAPMAN, I. A. 1969. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). *Tropical Agriculture* 41:351-352.
2. COCK, J.; MACINTYRE, R.; GRAHAM, M. 1976. Discusiones sobre origen, dispersión y evolución. In Simposio de la Sociedad Internacional de Raíces Comestibles (4, 1976, Col.). Resúmenes. Cali, Colombia, CIAT. Vol. 1. p. 14-17.
3. KARIKARI, S.K. 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. *World Crops* 23(3):118-122.
4. LEON, J. 1976. Origin, evolution and dispersal of root and tuber crops. In International Symposium on Root Crops (4, Col., 1976) Proceedings, Cali, Colombia. CIAT. pp. 20-36.
5. ONWUEME, I.C. 1978. The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyam. Chichester, Wiley. 228 p.
6. REDDY, V.B.; MEREDITH, W.F.; BROWN, B.T. 1968. A note on the relationship between corm yield and certain leaf measurements in taro (*Colocasia esculenta*). *Tropical Agriculture* 45(3): 243-245.
7. SOTO, J.; ARZE, J. 1984. Effect of terminal bud size and type of sectioning of the corm on propagation of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta*. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (6, Lima, 1983). Proceedings. Lima, International Potato Center. pp. 189-195.
8. VASQUEZ BECALLI, E. 1976. Crecimiento y desarrollo de *Colocasia esculenta* Schott (var. isleña japonesa) y *Xanthosoma sagittifolium* Schott (var. blanca) en condiciones de secano en Cuba. *Centro Agrícola (Cuba)* 3(3):9-24.

P. L. WEAVER\*

A. BIRDSEY\*

### Resumen

*Un inventario de los bosques con potencial comercial en Puerto Rico indicó casi 60 000 ha de sombra de café incluyendo rodales activos y abandonados. La densidad de tallos, área basal y volumen de los brinzales y árboles de tamaño de postes eran más altos en los rodales recientemente abandonados. Área basal total y volumen de madera eran más bajos en los rodales de sombra activos y más altos en los rodales abandonados. La proporción de desecho a madera aprovechable, basado en el número de tallos y área basal, era mayor en rodales activos y menor en viejos rodales abandonados, mientras que la proporción de volumen de desecho a madera aprovechable era más alto en los rodales de sombra recientemente abandonados. El número de especies maderables demuestra un aumento gradual, mientras que el número de especies de árboles frutales y de sombra para café disminuye con tiempo. Se encontró un total de 34 especies maderables con potencial comercial en los cafetales.*

*Las oportunidades para el manejo de la madera aprovechable en los rodales de café abandonado incluyen medidas tales como: el despejar arbolitos en el sotobosque, la entresaca de árboles en el piso dominante, el establecimiento de árboles en línea, o la conversión a plantaciones. Las alternativas agroforestales comprenden el enriquecimiento de rodales de sombra para café con especies maderables, entresacas para favorecer árboles maderables en rodales de café abandonados donde se resumirá la producción de café, o la implementación del sistema de taungya con árboles maderables y cultivos en rodales nuevamente establecidos para la producción de café.*

### Introduction

**F**rom the time European explorers found that people in Uganda used coffee beans to sustain their vigor on long journeys (19), the cultivation and use of coffee has spread. First cultivated in southern Arabia, coffee gradually reached throughout the near East and then to Europe in the 16th and 17th centuries. Coffee was introduced into Suriname and Brazil in the early 18th century (19), and by the late 1950's was the most important export

crop from the neotropics (28). By 1980-81, total coffee production for the western hemisphere exceeded three billion kg (13); in Mexico alone, coffee stands covered 350 000 ha, and coffee production employed 100 000 planters and 300 000 day workers (15).

In Puerto Rico, coffee shade stands increased from 7 000 ha in 1828 to about 77 000 ha at the turn of the century (30). Later estimates of coffee shade showed a decline to 68 000 ha from 1916 to 1940, and to 57 000 ha in 1948 (27, 21). In the late 1940's, Puerto Rico began to industrialize. Between 1950 and 1970, over 120 000 people migrated out of the principal coffee producing region in the central mountains (6). Many of the traditional coffee farms were no longer tended on a regular basis. By the end of the 1950's, many coffee plantations consisted of old, unselected coffee trees growing under the very dense cover of overgrown coffee shade trees (1).

1 Received for publication on December 4, 1985

\* Research Forester, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, P.O. Box 21390, Rio Piedras PR 00928

\* Research Forester, Forest Inventory and Analysis, Southern Forest Experiment Station, Starkville, MS 39759



Casual observation of numerous abandoned coffee plantations in Puerto Rico showed the presence of valuable timber species. The current lack of wood production on the island, combined with projected needs for the future and the realization that timber production could be a viable enterprise (32), led to an interest in assessing the abundance and condition of timber in the coffee forests.

The purpose of this study was to observe successional trends in coffee shade stands after abandonment. Of particular interest were changes in tree species composition, stem density, tree basal area and volume, and the quality of standing timber. Ultimately, this information may serve as a basis for silvicultural improvement of abandoned coffee shade forests.

### Methods

The data analyzed in this study were gathered during a recent inventory of the forest resources of

Puerto Rico (4). The island was partitioned geographically to focus the inventory on regions with potential for commercial forest production (Fig. 1). The subtropical moist and subtropical wet life zones defined by Holdridge (20) and mapped by Ewel and Whitmore (11), and four broad soil classifications reflecting geological origin (deep volcanic, shallow volcanic, granitic and limestone soils) were used to stratify the inventory data. The surveyed area included most of the current and abandoned coffee plantations, which are concentrated in the dissected uplands in the western part of the Central Mountains (6). Coffee shade stands, in turn, were stratified by life zone and age class of the forest.

An initial estimate of forest area, including coffee shade, was made from a dot-count on black and white aerial photographs for the whole island as well as the survey region. Some 10 925 photographic classifications of a grid of lines spaced three kilometers apart were selected on U.S. Geological Survey topo-

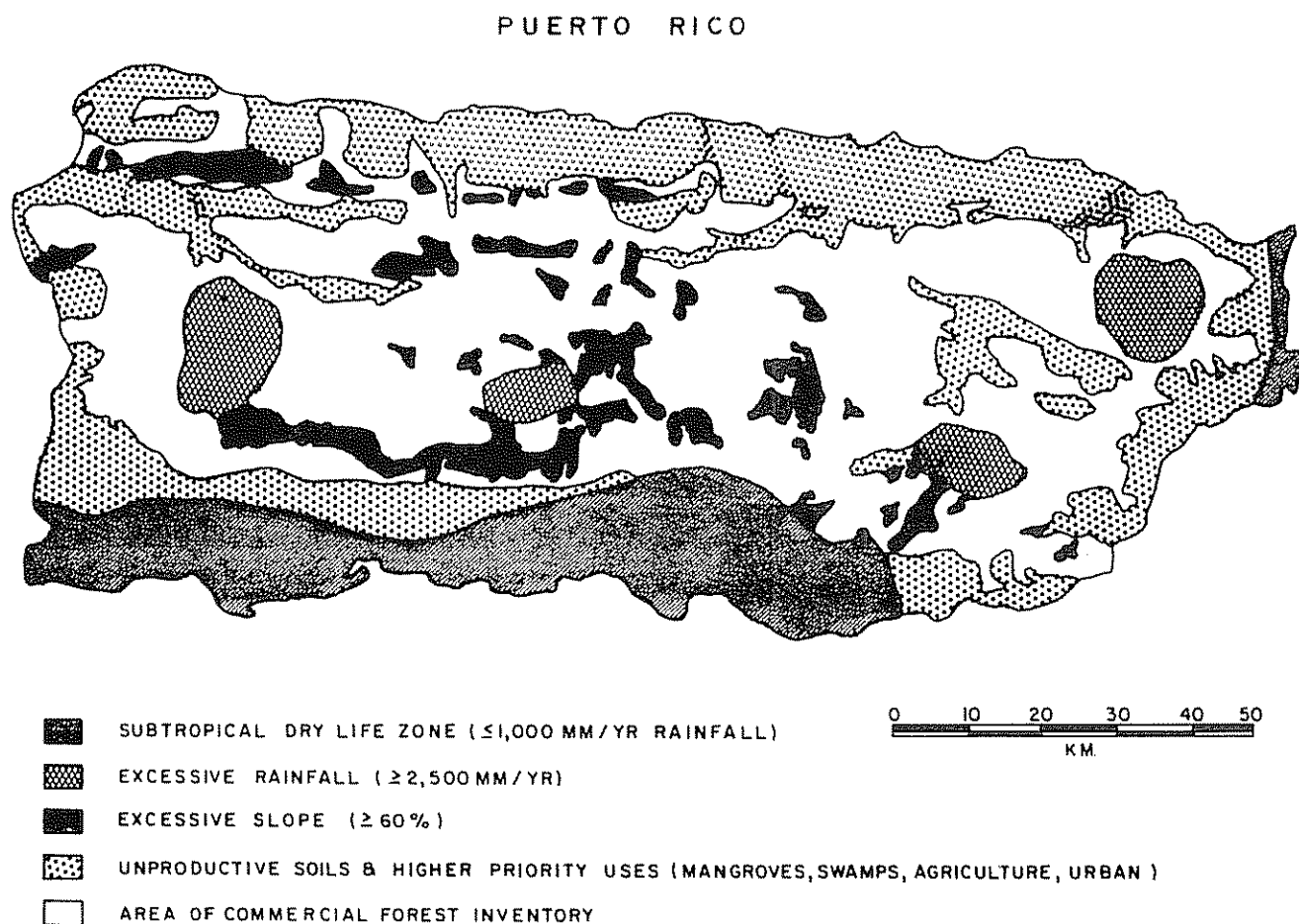


Fig. 1 The unshaded area represents the region that has potential for commercial forest production in Puerto Rico. This is the area in which field investigations were conducted.

graphic maps and transferred to the photos. The area estimates obtained from the dot-count were adjusted according to a ground check of land use at 437 sample locations.

The data on species composition and timber volume were obtained by establishing permanent sample plots at the 152 sample locations that were forested. A detailed site description was made for each location, and a cluster of three sub-plots was established along a north-south azimuth. Each sub-plot was permanently marked to allow future measurements of growth, mortality, and removals.

At each sub-plot, trees less than 12.5 cm in diameter at breast height were tallied on a 40 m<sup>2</sup> circle. Larger trees were sampled on a variable-radius plot using a prism with a basal area factor of 2.5 m<sup>2</sup>/ha (17). All sample trees were measured and assessed to determine wood volume and quality.

Coffee shade stands were classified as active or abandoned. The abandoned coffee shade was divided into two stand age classes: 0 to 30 years and > 30 years, based on field observations and discussion with knowledgeable farmers. Throughout the remaining text, recently abandoned coffee shade refers to stands from 0 to 30 years after abandonment, and old abandoned coffee shade to stands abandoned for

more than 30 years. All trees found on the plots were identified as to species (23, 24). Fruit trees and other woody species not normally included in timber inventories were tallied as well.

### Results and discussion

Of Puerto Rico's 890 000 ha of land area, 31% was considered as forest land, that is, land at least 10% stocked by forest trees of any size or formerly having had such tree cover and not currently developed for nonforest use. Of this forest land, 130 500 ha located within the subtropical moist and subtropical wet forest were classified as timberland with commercial production potential (Table 1). About 46% of this area was in active or abandoned coffee shade stands.

**Stem density.** There are fewer saplings, pole timber stems, and saw timber stems in active coffee shade than in either of the two abandoned coffee shade categories (Table 2). This trend reflects the deliberate influence of farmers in maintenance of the stands.

The number of saplings and pole timber stems is greatest in recently abandoned coffee shade, while the number of saw timber stems increases from active through old abandoned coffee shade. Recently

Table 1. Puerto Rico timberland<sup>1</sup> area classified by life zone and forest class.

Forest class	Life zone		Total
	Subtropical Moist Forest	Subtropical Wet Forest	
	Hectares		
<b>Coffee shade:</b>			
Active	2 400	19 000	21 400
Abandoned 0-30 years	4 600	12 300	16 900
Abandoned 30 + years	6 000	15 300	21 300
	13 000	46 600	59 600
<b>Remaining lands<sup>2</sup></b>			
	47 400	23 500	70 900
<b>TOTAL</b>	60 400	70 100	130 500

1 Timberland = forest land that is producing or is capable of producing crops of wood and is not withdrawn from timber utilization. Coffee shade is included, but forest lands with higher priority uses are eliminated.

2 Remaining lands = timberland in secondary forest whose origin was abandoned pasture or previously cultivated lands. Also included are non-stocked areas, that is, land with commercial forest potential that contains less than 10% "normal" stocking with trees. This includes areas covered by brush, vines, and ferns.

Table 2. Number of growing stock<sup>1</sup> and cull<sup>2</sup> stems by tree size class in active and abandoned coffee shade.

Tree size class Quality class	Coffee shade		
	Active	Abandoned 0-30 years	Abandoned > 30 years
	Number of stems/ha		
Saplings			
growing stock	335.8	1 013.3	826.0
cull	879.7	792.8	470.2
Total	1 215.5	1 806.1	1 296.2
Poletimber			
growing stock	87.9	87.9	100.8
cull	71.5	114.7	60.3
Total	159.4	202.6	161.1
Sawtimber			
growing stock	15.2	20.9	30.1
cull	20.6	26.3	24.6
Total	35.8	47.2	54.7
All classes			
growing stock	438.9	1 122.1	956.9
cull	971.8	933.8	555.1
Total	1 410.7	2 055.9	1 512.0

1 Growing stock = trees of good form and vigor which contain, now or prospectively, a merchantable sawlog

2 Cull = all or portions of a tree unusable for industrial wood products because of rot, form, or other defect

abandoned stands that were previously managed for coffee have growing space for additional vegetation. A few years after abandonment, saplings and poletimber increase in numbers. Continued growth of poletimber and existing shade trees accounts for the gradual increase of sawtimber in old abandoned coffee shade.

The percentage of cull based on the number of stems is variable (Table 2). In active coffee shade, over 70% of the saplings are classified as cull or unsuitable for industrial wood products. The percentage of cull saplings progressively declines through recently abandoned coffee shade and reaches a low in the old abandoned shade. The same trend is apparent for sawtimber. The greatest percentage of cull in poletimber is found in recently abandoned coffee shade.

Poorly formed and damaged saplings are most common in active coffee shade because farmers have repeatedly pruned the coffee and shade trees, and cut the remaining arborescent vegetation to ground level. The open nature of active coffee shade

stands provides ample light for sprouting and the development of low branches. Sawtimber trees develop poor form by branching low, and developing large crowns in response to little overstory density. Recently abandoned coffee shade includes many poletimber trees with multiple stems and poor form, remnants of when the coffee stand was under management. In contrast, new saplings develop with good form in abandoned coffee shade. Some 30 or more years after abandonment, better poletimber and sawtimber trees begin to appear.

**Basal Area.** Basal area in saplings and poletimber peak in recently abandoned coffee shade, while basal area in sawtimber is greatest in old abandoned coffee shade (Figure 2). Total basal area for all size classes continues to increase, with the least in active coffee shade stands and the greatest in oldest abandoned stands. Basal area trends in percentages of cull are similar to those for stem density.

**Volume.** Poletimber volume (all sound wood in the tree bole and branches, from the stump to a minimum top diameter outside bark of 10 cm) is

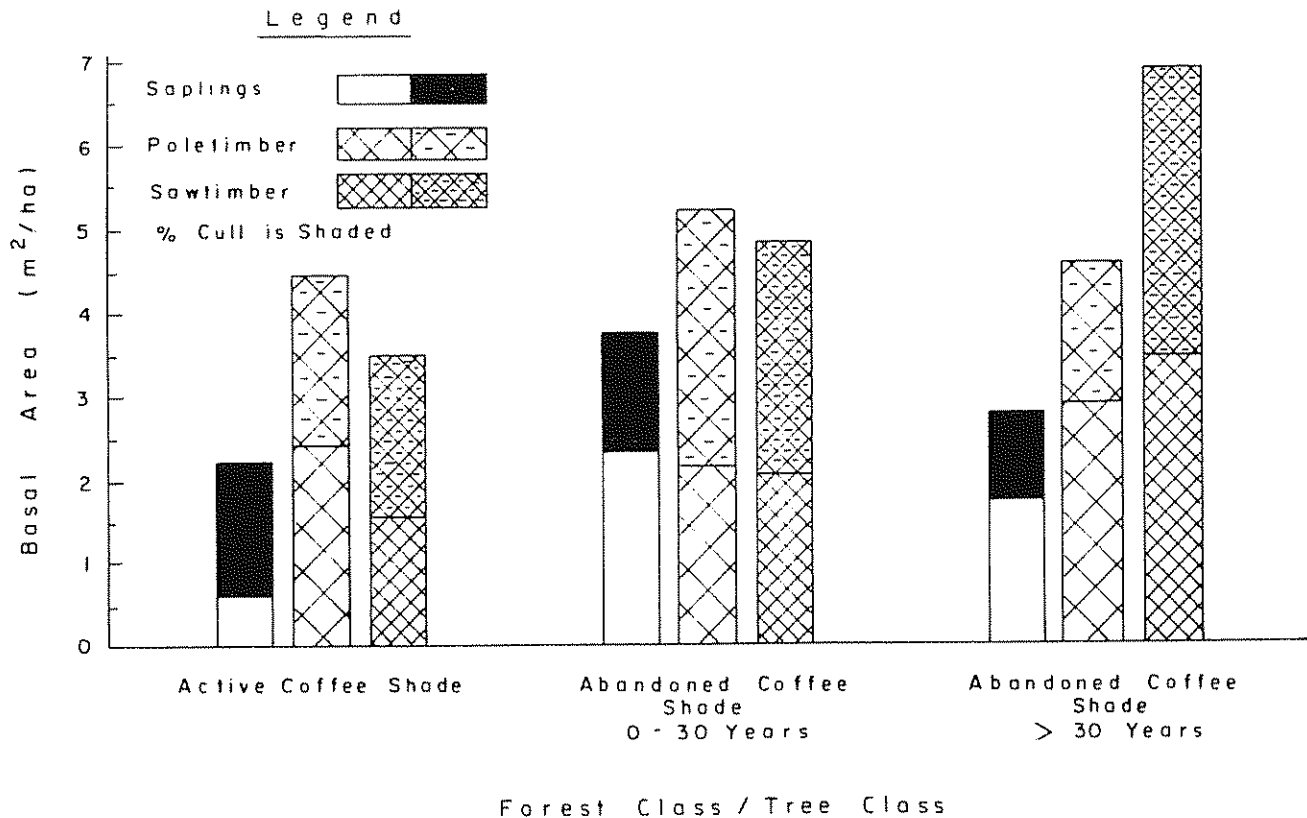


Fig. 2. Average basal area by forest and tree class (basal area in cull trees shaded)

greatest in the recently abandoned coffee shade. Volume in sawtimber, for all size classes combined, increases from active coffee shade to the oldest abandoned stands (Figure 3). Percentage of cull volume in both poletimber and sawtimber peak in recently abandoned shade.

**Species composition.** The five most common tree species in the active coffee shade forests, according to basal area, are *Inga vera*, *I. fagifolia*, *Guarea guidonia*, *Audira inermis*, and *Cecropia peltata* (Figure 4). *C. peltata* and *I. fagifolia* increase in basal area with age, while *I. vera* decreases. The remaining timber tree species and other tree species show a gradual increase in basal area over time, while fruit trees show a slight decline.

A simple count of tree species on the fixed area plots yields 31 in active coffee shade, 47 in recently abandoned coffee shade, and 54 in old abandoned coffee shade (Table 3). Shannon-Wiener diversity indices for the same plots, however, show a slightly greater diversity in recently abandoned coffee shade.

This difference is due to a more equitable distribution of species on these plots. If the species tallied on the variable plots are added to those of the fixed plots, the results are 44, 62, and 62 species, respectively, for active, recently abandoned, and old abandoned coffee shade stands.

When species compositions are presented by class of tree species and coffee forests (Table 3), a decline in coffee, shade trees, and fruit trees is observed, while there is an increase in timber species and other tree species. Changes of this nature are expected. Coffee and many of the fruit trees are small in size, and over time they mature and decline in importance within the abandoned stands. In turn, they are replaced by large and faster growing timber species and numerous understory species.

The fact that some 34 timber species are found scattered in coffee forests is impressive (Table 4). Their potential use ranges from posts and poles in poletimber size classes to sawtimber, novelty timbers, and quality furniture woods in larger size classes.

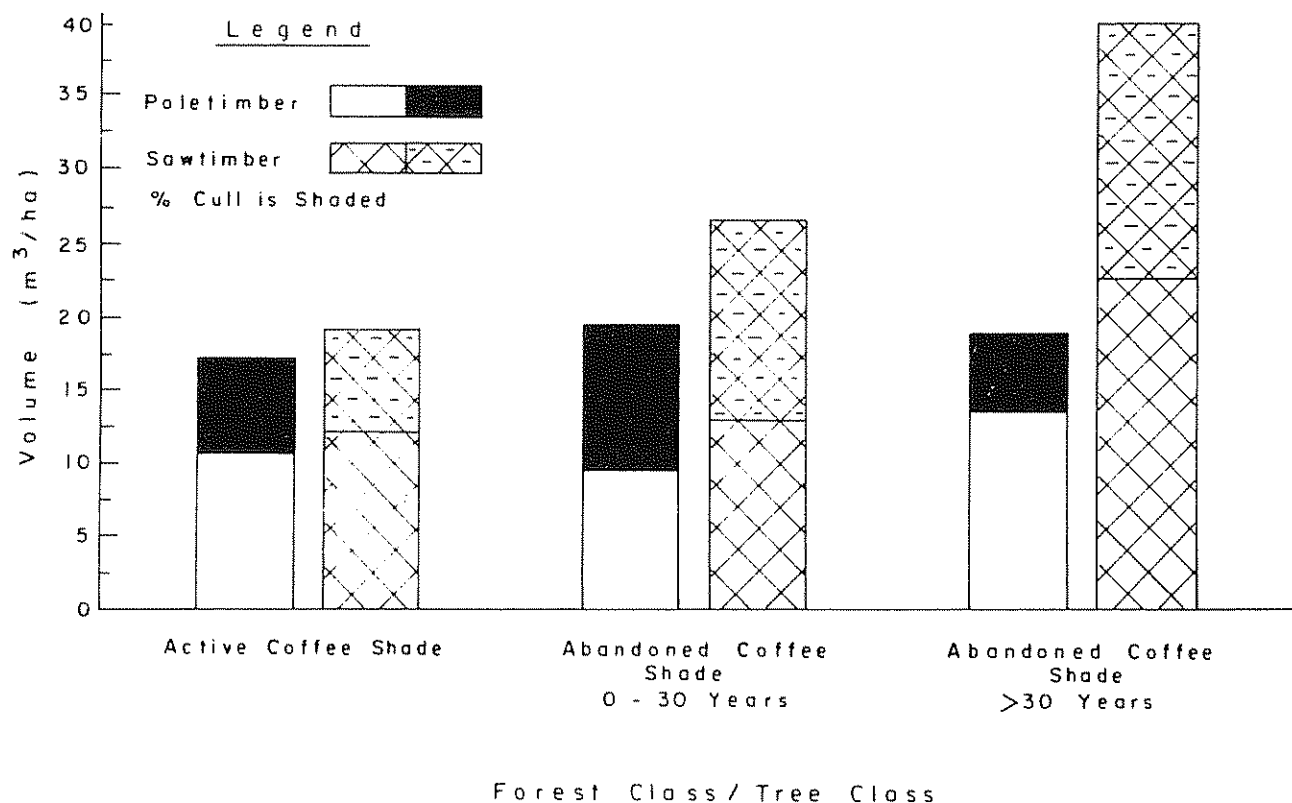


Fig. 3 Average volume by forest and tree class (volume in cull trees shaded)

Table 3. Changes in forest composition over time in three age classes of coffee shade forests.

Class of trees	Age Class		
	Active	Abandoned 0-30 years	Abandoned > 30 years
	----- Number -----		
Species: fixed + variable radius plots:			
Coffee and coffee shade species	9	9	7
Fruit tree species <sup>1</sup>	10	9	7
Timber tree species	13 (20) <sup>2</sup>	16 (22)	19 (25)
Other species	12	28	29
Total species	44	62	62
Number of species on fixed radius plots <sup>3</sup>	31	47	54
Shannon-Weiner Index (fixed radius plots only) <sup>4</sup>	2.85	4.77	4.68

1 Includes those fruit trees that are also timber trees

2 Number in parentheses includes coffee shade and fruit trees when these are also timber species

3 Areas involved in fixed plots: 2 806 m<sup>2</sup>, 2 440 m<sup>2</sup>, and 2 806 m<sup>2</sup> respectively

4 Shannon-Wiener Index:  $H = \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$ .

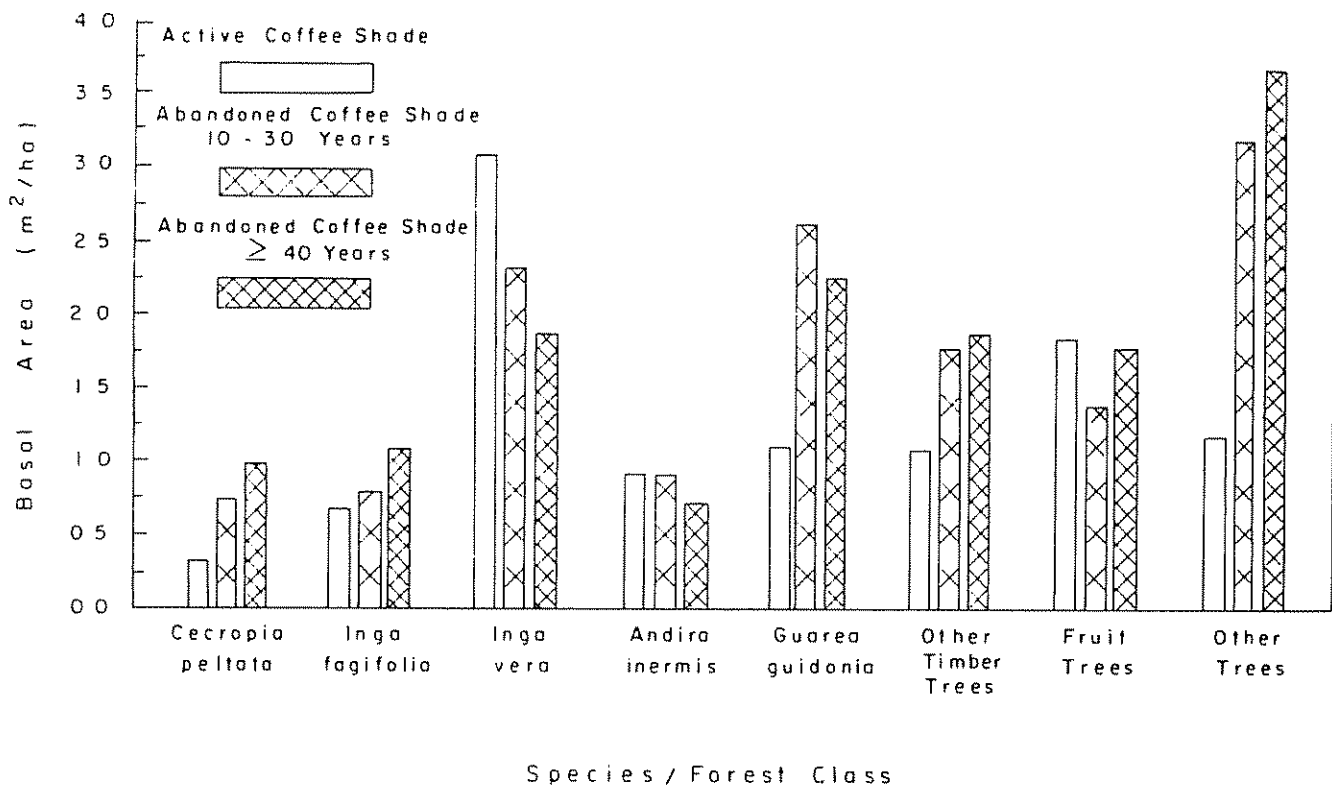


Fig. 4 Average basal area by species and forest class. In cases where trees are both fruit and timber species, they have been classified as fruit trees.

#### Management opportunities in coffee shade

Coffee production on a world-wide basis in the years 1979-80 occupied 95 820 km<sup>2</sup> (13), or an area roughly equivalent to Hungary or the State of Indiana. Sixty-six percent of this area was in the Western Hemisphere, 23 percent in Africa, and 11 percent in Asia and Oceania. Although figures were not available, most of this land is probably cultivated under coffee shade, and in some instances, interspersed with known timber species (16, 8). It may be that the farmers recognize the timber species for their potential and allow them to persist in the coffee stands.

Several opportunities exist for the management of active and abandoned coffee shade forests (Fig. 5). The techniques selected depend upon the existing forests and the objectives, resources, and opportunities available to the landowners. Given current economic conditions in Puerto Rico, it is unlikely that coffee production will ever approach past levels. In other countries within the neotropics, coffee production will probably not be abandoned in the near future. In the following discussion, the alternatives related to timber production are more

applicable to Puerto Rico, and those regarding agroforestry apply more to other countries within the region.

**Timber management alternatives.** In existing coffee shade forest, one alternative is the complete removal of all vegetative cover and the establishment of a timber plantation. Such a conversion might occur when harvestable timber was growing on the site or when the site contained an intermediate basal area, many cull trees, and few trees with commercial potential (4). In Puerto Rico, candidates for plantations would be *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *Eucalyptus deglupta*, *Swietenia macrophylla* x *mahagoni*, *Hibiscus elatus*, *Calophyllum calaba*, *Tectona grandis*, and possibly *Anthocephalus chinensis*. Pulpwood, saw-timber, and cabinet woods are possible end products.

A more likely alternative would involve modification of abandoned coffee shade forests to enhance species composition and growth of desirable crop trees. The first step would be a stand inventory. If the overstory had acceptable species composition and form, thinning undesirable trees that were competing with potential crop trees would be appropriate. In

Table 4. List of timber species found in three age classes of coffee forest and their potential uses.

Tree Species	Age Class			Timber use		Maximum Dimensions <sup>1</sup>	
	Active	Abandoned		Furniture and saw wood	Novelty	Height (m)	Diameter (cm)
		0-30 yrs	> 30 yrs				
<i>Alchornea latifolia</i>	x	x	x	x		15	46
<i>Andira inermis</i>	x	x	x	x		15	30
<i>Anthocephalus chinensis</i>	x			x		30	76
<i>Buchenavia capitata</i>			x	x		24	122
<i>Byrsonima coriacea</i>	x	x	x		x	18	46
<i>Calophyllum calaba</i>		x	x	x		20	46
<i>Cassia fistula</i>		x	x		x	15	46
<i>Cedrela odorata</i>	x	x	x	x		30	91
<i>Citharexylon fruticosum</i>		x	x		x	12	30
<i>Cordia alliodora</i>	x	x	x		x	20	46
<i>Cordia sulcata</i>	x	x	x		x	20	46
<i>Cupania americana</i>		x	x		x	15	25
<i>Didymopanax morototoni</i>	x	x	x		x	18	46
<i>Ficus laevigata</i>	x	x	x		x	18	76
<i>Guarea quigonia</i>	x	x	x	x		23	91
<i>Hibiscus elatus</i>	x				x	24	38
<i>Inga fagifolia</i>	x	x	x		x	21	46
<i>Inga vera</i>	x	x	x		x	18	46
<i>Magnolia portoricensis</i>		x		x		21	91
<i>Mangifera indica</i>	x	x	x		x	20	91
<i>Meliosma herbertii</i>		x			x	18	61
<i>Micropholis chrysophylloides</i>			x		x	18	61
<i>Montezuma speciosissima</i>		x	x		x	15	46
<i>Nectandra membranacea</i>	x				x	24	41
<i>Nectandra sintenisii</i>		x	x		x	18	36
<i>Ocotea leucoxylon</i>	x	x	x		x	15	25
<i>Petitia domingensis</i>			x		x	21	30
<i>Phoebe elongata</i>	x	x	x		x	30	41
<i>Pouteria multiflora</i>			x		x	24	46
<i>Spondias mombin</i>	x		x		x	18	91
<i>Tabebuia heterophylla</i>	x		x		x	18	46
<i>Trichilia pallida</i>		x	x		x	9	15
<i>Vitex divaricata</i>	x	x	x	x		20	76
<i>Zanthoxylum martinicense</i>		x	x		x	20	46

1 Source: Little, Woodbury and Wadsworth 1964

cases where the overstory was unacceptable but the understory contained sufficient timber species stocking, silvicultural operations aimed at release of desirable saplings would be followed by thinning at a later date.

If the landowner elects to resume coffee production under shade, the existing overstory could be thinned to accommodate both coffee and shade tolerant foodstuffs. Thinning should favor the better timber trees, based on their compatibility with coffee production as well as stem form, spacing, and amount of cull. If coffee production is abandoned again in the future, desirable timber species would already be

established to reseed the area. This strategy simultaneously meets short term demands to feed increasing populations while improving the forest in the long run (29)

In cases where the overstory and understory are inadequate, three alternatives remain (Fig. 5). The first is to wait until the understory attains a satisfactory species composition and density for silvicultural operations such as cleaning or release. Usually the tangle of climbers and other herbaceous growth is overgrown by saplings in about five years (10). The second alternative is complete removal of the vegetation followed by the establishment of

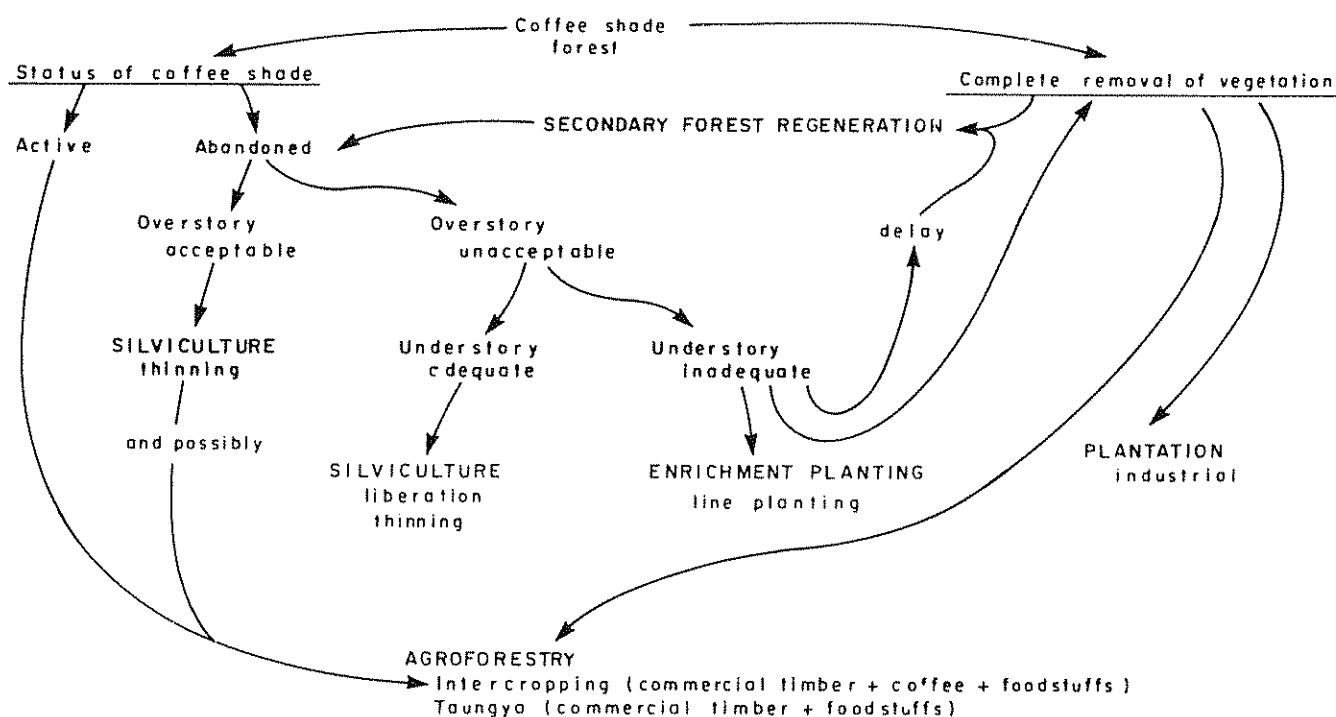


Fig. 5 Flow chart of forest management alternatives for coffee forests and secondary vegetation. Selection of most appropriate alternative is based on local resources and needs (Adapted from Wadsworth, 1966)

plantations. The last alternative is enrichment of the forest through line planting. In Puerto Rico, the most widely used species for line planting is the *Swietenia macrophylla* x *mahagoni* hybrid. Dawkins' five necessary conditions and seven technical guides serve as a basis for the successful establishment and management of line plantings (22)

**Agroforestry alternatives.** With the exception of Brazil, the traditional system prevails in which coffee is interspersed with several fruit trees, plaintains or bananas, and select species of shade trees. *Inga*, *Gliricidia*, and *Erythrina* are genera used as shade trees in many areas (5, 7, 18, 26). For years the advantages and disadvantages of this practice have been debated (9, 28). An overstory reduces light, leaf temperatures, transpiration rates, and the diurnal range of temperatures in the understory (34). Moreover, the litter-fall from deep rooted trees contributes organic matter to the soil, reduces the loss of nitrogen because decomposition of humus is slower, and lessens the amount of soil erosion, especially on steep slopes. In wet areas of Colombia, shaded and unfertilized coffee had more leaves, more total leaf area, more primary branches, greater root weight, and higher total production than comparable open grown stands (28). In contrast, the yields of several coffee varieties in

Puerto Rico were greater when grown in full sunlight than in shade (2). These plants, however, were grown in limed, fertilized, and weeded soils that had been sprayed to control leaf miner infestation. A subsequent study showed that although the yields of export grade beans were higher under full sunlight than in shade, the proportion of export grade beans was greater in shaded stands (3).

Shade delays the ripening of coffee berries (8). This delay has been viewed as beneficial by some in that it prolongs the harvest period, allowing the use of domestic labor. The period of income is also prolonged. Others feel that the net effect is to postpone harvest operations.

The subsistence farmer receives many benefits from the use of shade. These may include sustained yields in balance with available nutrients or control over weeds and certain pests (34). Other benefits might include firewood, posts, stakes, charcoal, and possibly forage along with intercropped foodstuffs and fruits. Moreover, experience may have shown the farmer that an integrated system is the best defense against the vagaries of climate or failure of any particular component in the system. As is evident, the effect of shade is complex and dependent



upon climate, cultural practices, and tradition. To evaluate agroforestry techniques properly, a comprehensive index based on all these variables would have to be devised (3).

Three possible starting points for the development of an integrated coffee shade forest are outlined in Figure 5. The first is an enrichment of active coffee forest where it already exists. Often trees with commercial forest potential are allowed to persist in traditional coffee stands (8), and species such as *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, and *Alnus jorullensis* in Costa Rica have shown favorable growth rates when intercropped with coffee (12, 14). These timber trees may be harvested and sold locally to provide additional income to the farmer. Another way to enrich the coffee forest is through deliberate planting of valuable timber species when old shade trees need replacement.

A second alternative is the modification of abandoned coffee forest with an acceptable overstory. In this case, thinnings could be implemented favoring valuable timber species, and coffee could be interspersed where required. In Puerto Rico, several species with timber potential could be favored, including *Inga fagifolia*, *Guarea guidonia*, *Dendropanax arboreum*, *Cordia alliodora*, *Andira inermis*, *Tabebuia heterophylla*, and species of *Ocotea*, all of which have been employed as coffee shade (26).

The last alternative would be the complete removal of vegetation. This could be done to harvest or salvage timber. A taungya system might then be the preferred approach to reestablish coffee shade (Figure 5). Foodstuffs could be intercropped with coffee, bananas or plantains, and selected shade trees. Intercroppings such as these yield net income during the period that precedes coffee production (25) and have resulted in greater yields of bananas than in unshaded conditions because of reduced leaf spot damage (29).

### Conclusions

Forest managers in Puerto Rico have several alternatives they can use to improve the species composition and growth rates of abandoned coffee shade forests. As these stands mature, there is an influx of well-formed young trees of numerous species, many suitable for timber products. In the absence of management, the remnant shade tree overstory persists for many years, suppressing the growth of these vigorous and more desirable trees. Thinning of the overstory, liberation of the understory, or line planting, where appropriate, are the silvicultural techniques that should be employed. Establishment

of industrial plantations after timber harvest is also an alternative.

In other countries within the neotropics, where coffee production is likely to persist for many years, opportunities exist for the improvement of agroforestry. Active coffee plantations may be enriched with valuable timber species, abandoned coffee plantations may be modified through silviculture favoring timber species as shade, and taungya may be used to establish new coffee plantations profitably.

### Summary

A forest inventory of Puerto Rico's timberland showed nearly 60 000 ha of active and abandoned coffee shade stands. Stem density, basal area and volume of saplings and pole timber were greatest in recently abandoned stands. Total basal area and timber volume were lowest in active stands and greatest in the oldest abandoned stands. The proportion of cull to growing stock based on number of stems and basal area was greatest in active stands and least in old abandoned stands, while the proportion of cull volume peaked in recently abandoned shade. The number of timber species shows a gradual increase while the number of fruit and coffee shade species declines over time. Thirty-four potentially valuable timber species were found in coffee shade stands.

Timber management opportunities in abandoned coffee stands include release of the understory, thinning the overstory, line planting, or conversion to plantations. Agroforestry alternatives include enriching active coffee shade stands with timber species; thinning to favor timber species in abandoned coffee shade where coffee production is to be resumed; or using a taungya system, with foodstuffs and timber species, in newly established coffee forests.

### Literature cited

1. ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S. 1959. The effect of different fertility levels on yields of intensively managed coffee in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 43(3):141-146.
2. ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; GARCIA, W. 1965. Productivity of nine coffee varieties growing under intensive management in full sunlight and partial shade in the coffee region of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 49(2):244-253.

- 3 ABRUÑA, F.; SILVA, S.; VICENTE-CHANDLER, J. 1966. Effects of yields, shade, and varieties on size of coffee beans. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 50(3):226-230.
- 4 BIRDSEY, R. A.; WEAVER, P. L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. USDA Forest Service Resource Bulletin. SO-85. Southern Forest Experiment Station, New Orleans. LA 59 p.
- 5 BUDOWSKI, G. 1959. Prácticas forestales de interés para el cultivo de café. Turrialba 1(3): 49-52.
- 6 CALERO, R.; HERNANDEZ, M. I.; MULLEN, L.; SERRA, G. 1971. Natural increase and net migration of coffee region populations in Puerto Rico, 1960-70. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 55(4):387-393.
- 7 CAMARGO DE LEON, S. 1971. La sombra en el café. Revista Cafetalera (Guatemala) No. 105, p. 20-24.
- 8 CAMARGO DE LEON, S. 1971. Especies utilizadas tradicionalmente como sombra en Guatemala. Revista Cafetalera (Colombia) No. 105, pp. 25-26.
- 9 COOK, O. F. 1901. Shade in coffee culture. Division of Botany, USDA Bulletin No. 25 79 p.
- 10 DAWKINS, H. C. 1961. New methods of improving stand composition in tropical forests. Caribbean Forester 22(1-2):12-20.
- 11 EWEL, J. J.; WHITMORE, J. L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper, IIF-18. Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. 1973. 72 p.
- 12 FORD, L. B. 1979. An estimate of the yield of *Cedrela odorata* L. (Syn *C. mexicana* Roem.) grown in association with coffee. In G. de las Salas, ed., "Workshop Agro-forestry Systems in Latin America." CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 177-183.
- 13 FOREIGN AGRICULTURE SERVICE. 1980. Coffee supply and distribution in producing countries, 1960/61 - 1980/81. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 210 p.
- 14 FOURNIER, O.; L. A. 1979. Alder crops (*Alnus jorullensis*) in coffee plantations: Costa Rica. In G. de las Salas, ed., "Workshop Agro-forestry Systems in Latin America." CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 158-162.
- 15 FUENTES-FLORES, R. 1979. Coffee production farming systems in Mexico. In G. de las Salas, Ed., "Workshop Agro-forestry systems in Latin America." CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 60-66.
- 16 GALRAO, M. J. 1976. Bibliografía sobre árboles maderables como sombra en café y cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Centro Interamericano de Información y Documentación Agrícola (IICA-CIDIA), Turrialba, Costa Rica. 6 p.
- 17 GROSENBAUGH, L. R. 1952. Plotless timber estimates - new, fast, easy. Journal of Forestry 50:32-37.
- 18 GUTIERREZ-ZAMORA, G.; SOTO, B. 1976. Árboles usados como sombra en café y cacao. Revista Cafetalera No. 159:27-32.
- 19 HAARER, A. E. 1963. Coffee growing. Oxford University Press, New York, NY. 127 p.
- 20 HOLDRIDGE, L. R. 1967. Life zone ecology. Rev. Ed. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. 206 p.
- 21 KOENING, N. 1953. A comprehensive agricultural program for Puerto Rico. USDA and Commonwealth of Puerto Rico. Washington, D.C. 290 p.
- 22 LAMB, A. F. A. 1969. Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. The Commonwealth Forestry Review 48(1): 41-53.
- 23 LITTLE, E. L. Jr.; WADSWORTH, F. H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agriculture Handbook No. 249, USDA Forest Service, Washington, D.C. 548 p.
- 24 LITTLE, E.; Jr.; WOODBURY, R. O.; WADSWORTH, F. H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Second volume. Agriculture Handbook No. 449, USDA Forest Service, Washington, D.C. 1976. 1 024 p.

25. LLORENS, A.C.; TORRES, C.J.; VICENTE-CHANDLER, J. 1976. Gastos e ingresos de establecer siembras intercaladas de café. Publicación 105, Colegio de Ciencias y Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez 15 p.
26. MARRERO, J. 1954. Especies del género *Inga* usadas como sombra del café en Puerto Rico. *Caribbean Forester* 15:54-71
27. MURPHY, L.S. 1916. Forests of Puerto Rico, past, present, and future. USDA Bulletin No. 354 Washington, D.C. 99 p.
28. SUAREZ DE CASTRO, F. 1960. Sistemas de siembra y de cultivo de café en América. Procedimientos de la Reunión Técnica Interamericana de Café, Bogotá, Colombia, julio 24-31, 1960.
29. VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, F.; SILVA, S. 1966. Effect of shade trees on yields of five crops in the humid mountain region of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 50(3):218-225
30. WADSWORTH, F.H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. *Caribbean Forester* 11(1):38-47.
31. WADSWORTH, F.H. 1966. La orientación de las investigaciones de silvicultura para Latinoamérica. *Turrialba* 16:390-395.
32. WADSWORTH, F.H. 1971. Import substitution: forestry. *Industrial Puerto Rico* 8(4):22-25
33. WEAVER, P.L. 1979. Agri-silviculture in tropical America. *Unasyuva* 31(126):2-12.
34. WILLEY, R.W. 1975. The use of shade in coffee, cocoa, and tea. *Horticultural Abstracts* 45(12):791-798.

### Summary

*The relative abilities of six bean (Phaseolus vulgaris L.) varieties to compete with weeds were observed in a field study at the Fabio Baudrit M. Experimental Station in Alajuela, Costa Rica. Four weeding treatments were used: no weeding during the complete vegetative cycle, the elimination of weeds at 20 and 40 days after sowing, and the constant elimination of weeds during the cycle.*

*Good yield stability for the ICA pijão, Bat-202 and Rev 79 varieties was observed. Significant and positive correlations were noted between yield and the number of pods per plant (0.58) ( $P \leq 0.01$ ) and also between yield and mean weight of grain (0.27) (g) ( $P \leq 0.05$ ).*

*Brunca, Porriño Sintético and Pavamor varieties showed unstable yields (reduction of the less inheritable components), indicating they were strongly affected by weeds.*

### Introducción

Uno de los factores difíciles de estudiar es la competencia que el cultivar puede ejercer sobre las malezas, debido a que comprende aspectos tales como la velocidad inicial del crecimiento, la distribución de las plantas en el campo, la arquitectura de las plantas, la presencia de sustancias alelopáticas y otros (2).

La evaluación de cultivares con base en la capacidad para competir con las malas hierbas puede representar un enfoque de repercusión económica en la producción de frijol ya que se ha visto que varios de ellos han producido satisfactoriamente en presencia de las malezas (2).

La adaptación a las zonas donde tradicionalmente se ha sembrado este grano es también un mecanismo de defensa contra las malas hierbas o la capacidad competitiva, que es el resultado de la acción de los poligenes que actúan en el control genético de esta característica; esto indica que la acción de los genes que se relacionan con la capacidad competitiva está influida por las interacciones con el ambiente (3, 5, 10).

Al período crítico de competencia del cultivo con las malas hierbas se le ha dado gran importancia en la investigación (4, 6, 9). Este factor ofrece la posibilidad de planificar los recursos disponibles a la hora de realizar las deshierbas y establecer el período mi-

---

1 Recibido para publicación el 24 de setiembre de 1985. Extracto de Tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Los autores desean agradecer al Ing. Adalberto Gorbitz por la revisión crítica del manuscrito.

\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

\*\* Jefe Sección de Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

nimo que la planta debe permanecer sin malezas, para que los rendimientos no se afecten (4, 6, 7). Cultivares comerciales con capacidad competitiva daría mayor éxito a este tipo de prácticas comerciales.

El objetivo del presente ensayo fue conocer la capacidad competitiva con las malezas de seis cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Alajuela, Costa Rica.

### Materiales y métodos

El experimento se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica, localizada en Alajuela, a una altitud de 10° 01' Norte y una longitud de 84° 16' Oeste, durante el periodo comprendido entre el 21 de mayo y el 31 agosto de 1981. El terreno empleado se encontraba con una alta infestación de todo tipo de malezas.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar, con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los cultivares; cuatro de color negro: Pavamor, Brunca, ICA Pijao y Porrillo Sintético, y dos de color rojo Rev. 79 y BAT 202 constituyeron las parcelas. Los tratamientos de deshierba: cero combate de malezas durante todo el ciclo (enhierbado), combate de malezas desde los 20 días, combate de malezas desde los 40 días y combate de malezas durante todo el ciclo (limpio), constituyeron las subparcelas. Cada subparcela consistió de cuatro surcos de cuatro metros de largo, separados 0.6 m. Los dos surcos centrales menos las dos últimas plantas de cada extremo se marcaron como parcela útil (4, 8 m<sup>2</sup>).

Antes de la siembra se incorporó al terreno, 7 kg de Cytrolane (mefosfolan) y se fertilizó con la fórmula comercial 10-30-10 a razón de 333 kg/ha.

La semilla fue tratada con Orthocide (captan) y con la brotación de las plántulas de frijol empezaron las atomizaciones con una mezcla de Lannate (metomil) y Benlate (benomil) como un combate preventivo contra las plagas y las enfermedades, con el fin de evitar daños que afectaran la respuesta de las plantas a la presencia diferencial de las malezas.

Las variables estudiadas fueron: el rendimiento, en granos por parcela útil al 13% de humedad del grano; el número de vainas en 10 plantas, el número de granos por vaina en 10 plantas, el peso del grano en 10 plantas, la cobertura del área foliar del cultivo a los 20, 40 y 60 días según el método de Furtick y Romanowski (4), el peso de las malezas de hoja ancha, de las gramíneas y de las ciperáceas a los 20, 40 y 60

días el número de plantas de las malezas de hoja ancha, de las gramíneas y de las ciperáceas a los 20, 40 y 60 días.

### Resultados y discusión

Entre los cultivares hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para las vainas por planta, los granos por vaina y altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para el peso de las malezas de hoja ancha.

Para los tratamientos hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para la producción del grano, las vainas por planta, la cobertura a los 60 y 40 días, el peso de las malezas de hoja ancha y el número de gramíneas y de ciperáceas, y altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para el peso de las gramíneas.

Además hubo interacción significativa ( $P \leq 0.05$ ) del cultivar por el tratamiento de deshierba para las vainas por planta, los granos por vaina y la cobertura a los 60 días.

Aunque los cultivares no difirieron en la expresión del rendimiento, en los tratamientos de deshierba se observó una reducción de la producción del frijol cuando las malas hierbas estuvieron presentes más allá de los 40 días (Fig. 1). Similar condición se manifestó para la cobertura del cultivo (Fig. 2). El comportamiento de cada cultivar en los tratamientos fue muy semejante excepto para ICA Pijao cuya cobertura fue amplia a los 40 días.

En relación con el número de malezas gramíneas de hoja ancha y ciperáceas, se obtuvo una alta incidencia a los 20 días, la cual disminuyó por el efecto de la plasticidad de poblaciones y las características del cultivo (Fig. 3).

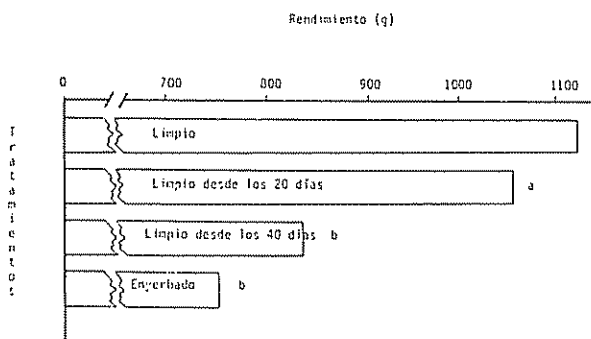


Fig. 1. Medias del peso total de granos de la parcela útil de frijol en función del tratamiento de combate de malezas. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

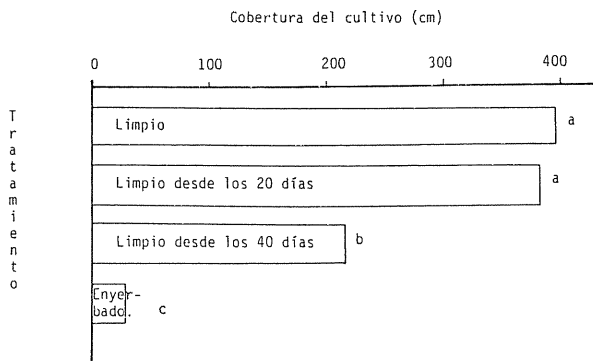


Fig. 2. Medias de la cobertura del frijol en función del tratamiento de combate de malezas. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

Las malezas más numerosas fueron las de hoja ancha y la menor población las manifestaron las ciperáceas. Este orden se mantuvo para el peso de las malezas, solo que el mayor valor se obtuvo a los 60 días y las diferencias entre las de hoja ancha y las gramíneas fueron más acentuadas (Fig. 4).

Para determinar la capacidad competitiva se midió las variaciones de los componentes del rendimiento en los tratamientos de deshierba (Figs. 5 a 10). En estas figuras el eje central representó el tratamiento

“limpio” (ausencia de variación); la disminución o incremento porcentual de cada uno de los componentes del rendimiento, dibujados en conjunto, mostraron el grado de estabilidad de cada cultivar como un posible efecto del componente genético, y el efecto que el ambiente ejerció sobre los tres factores.

De los componentes del rendimiento se manifiesta en la Figura 5 una gran estabilidad del cultivar ICA Pijao, pues las variaciones de los componentes fueron muy leves; de hecho, la menor disminución que se observó en el número de vainas por planta fue inferior al 15% .

Cabe destacar que el peso medio del grano, cuando no se realizó deshierba, no sufrió variación. El cultivar BAT 202 (Fig. 6), más estable que el ICA Pijao por su menor variación en los componentes del rendimiento, mostró además un aumento en el número de vainas entre el tratamiento de deshierba desde los 40 días y el enhierbado, el cual fue muy reducido. El número de granos y el peso medio del grano no se alteraron en el tratamiento enhierbado.

El cultivar Rev. 79 (Fig. 7) cuando se deshierbó desde los 40 días mostró un aumento del 7.4% en el número de vainas por planta, y cuando no se eliminaron las malezas aumentó un dos por ciento. Los

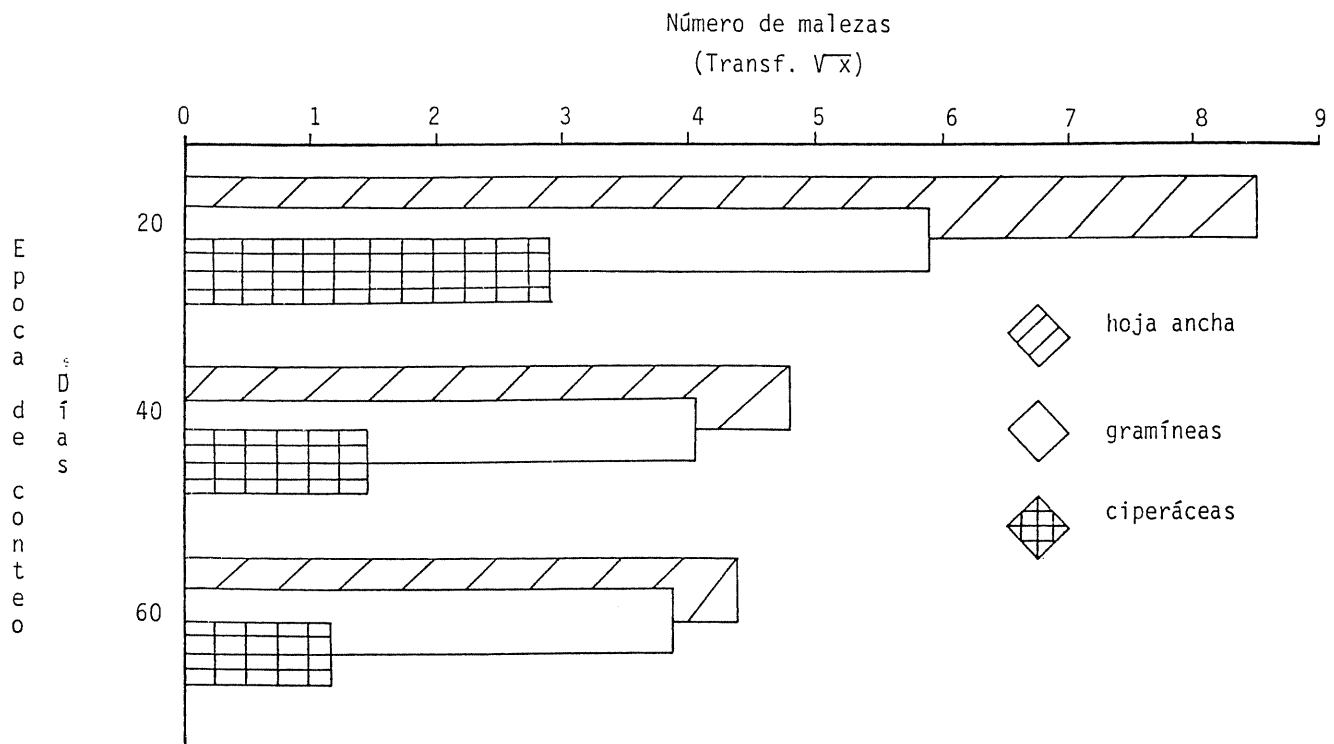


Fig. 3. Número de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas en función del tratamiento de combate de malezas en frijol. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

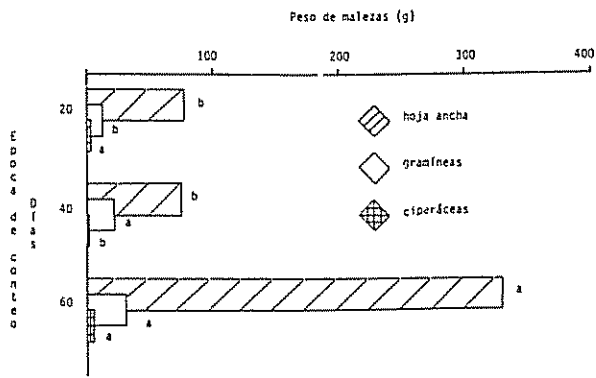


Fig. 4. Peso de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas en función del tratamiento de combate de malezas en frijol. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

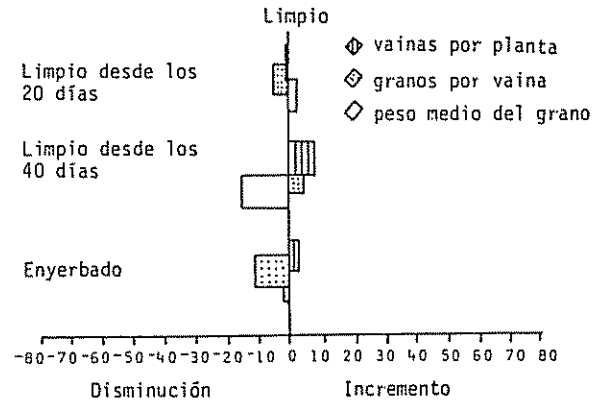


Fig. 7. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano con respecto al "limpio". Cultivar Rev-79.

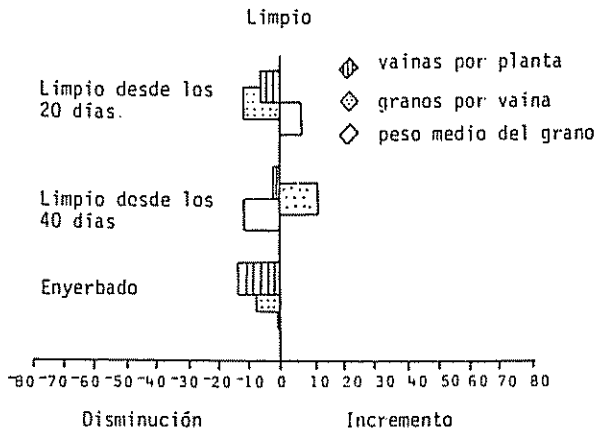


Fig. 5. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano con respecto al "limpio" Cultivar ICA-Pijao.

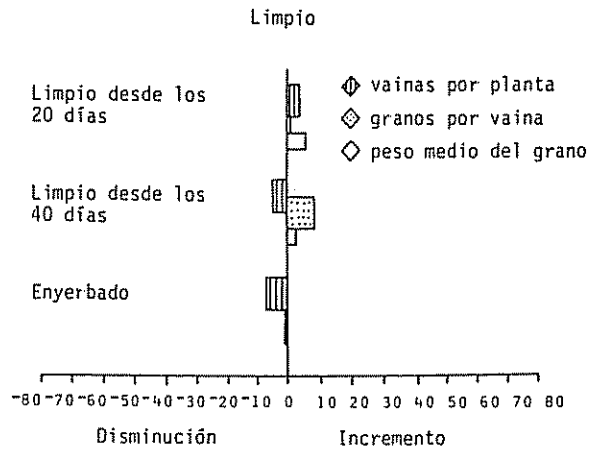


Fig. 6. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano. Con respecto al "limpio" Cultivar Bat-202.

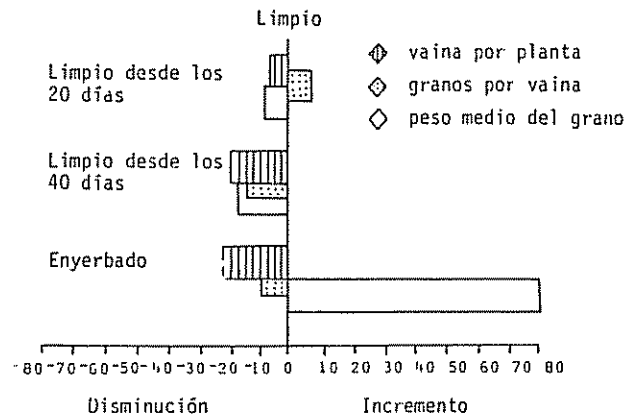


Fig. 8. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano con respecto al "limpio". Cultivar Brunca.

otros caracteres, como el número de granos por vaina y el peso medio del grano, disminuyeron; sin embargo, no se detectó reducciones superiores al 15%.

El número de vainas por planta es un factor de gran importancia al evaluar materiales. Los aumentos observados para este carácter se interpretaron como evidencia de la capacidad competitiva. La correlación positiva y significativa entre rendimiento y número de vainas por plantas, 0.58 ( $P \leq 0.01$ ), y entre rendimiento y peso medio del grano 0.27 ( $P \leq 0.05$ ), parecen confirmar la existencia de capacidad competitiva en los cultivares BAT 202, ICA Pijao y Rev. 79 por la mayor estabilidad de sus componentes de rendimiento.

En las Figs. 8, 9 y 10 puede observarse la gran inestabilidad de los cultivares Brunca, Porrillo Sinté-

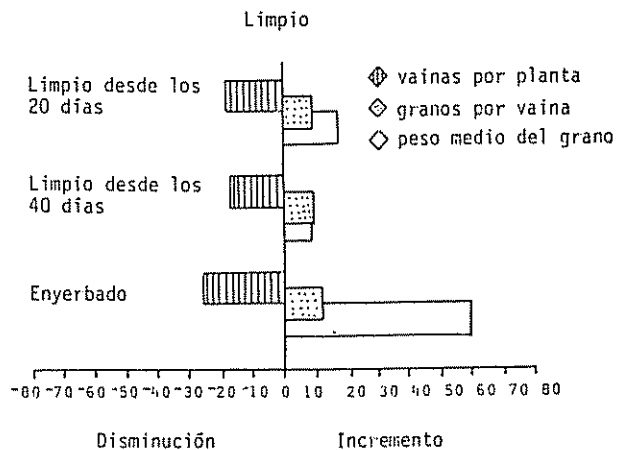


Fig. 9. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano con respecto al "limpio". Cultivar Porrillo Sintético.

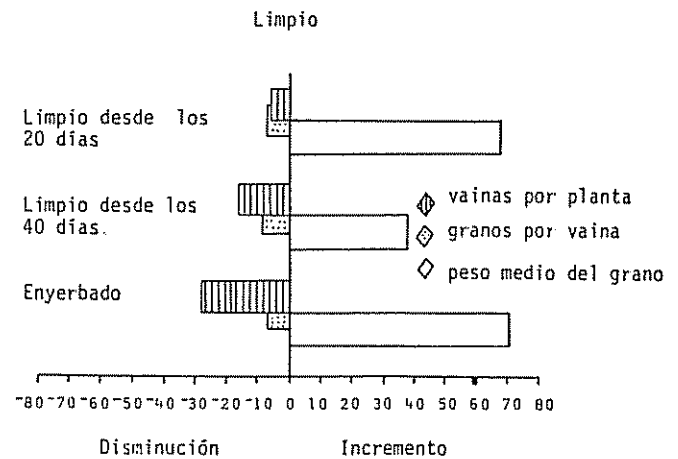


Fig. 10. Porcentaje de disminución o incremento por tratamiento de las vainas por planta, granos por vaina y peso medio del grano con respecto al "limpio". Cultivar Pavamor.

tico y Pavamor. Dicha inestabilidad se atribuyó a las disminuciones en los componentes del rendimiento menos heredables (1, 3) y fue tomada como un indicador de la influencia que ejerció el ambiente sobre los cultivares mencionados (disminución en la abscisa negativa).

### Resumen

En la Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica, se evaluó la capacidad competitiva con las malezas de seis cultivares de frijol (*P. vulgaris* L.). Para esto se determinó la variación de los componentes de rendimiento de estas leguminosas bajo cuatro tratamientos de deshierba: con malezas durante todo el ciclo vegetativo, con malezas a partir de los 20 días después de la siembra, con malezas a partir de los 40 días después de la siembra y sin malezas.

Se observó gran estabilidad en los componentes del rendimiento de los cultivares ICA Pijao, BAT 202 y Rev 79, en una correlación positiva y significativa entre el rendimiento y el número de vainas por planta 0.58 ( $P \leq 0.01$ ) y entre el rendimiento y el peso medio del grano 0.27 ( $P \leq 0.05$ ) que fueron interpretadas como una evidencia de capacidad competitiva.

Los cultivares Brunca, Porrillo Sintético y Pavamor mostraron inestabilidad en los componentes del rendimiento (disminuciones en los componentes menos heredables), lo cual indicó la mayor influencia que ejercieron las malezas sobre estos cultivares.

### Literatura citada

- BASTIDAS, G; CAMACHO, H. 1969. Competencia entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características del frijol "caraota" (*Phaseolus vulgaris* L.) Acta Agronómica (Colombia) 19(2):69-88.
- BLANCO, F. 1981. Evaluación de ocho malezas de herbicidas en el combate de malezas y el rendimiento de cuatro cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 64 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. Información básica sobre la competencia entre las malezas y los cultivos. 2 ed. Cali, Colombia, 42 p.
- FURTICK, W. K; ROMANOWSKI, R.R. 1971. Manual de métodos de investigación de malezas. Oregón, International Plant Protection Center, Oregon State University, 82 p.
- JIMENEZ, E. 1978. Comentarios sobre la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1):103-108.
- LABRADA, R; GARCIA, F. 1972. Periodo crítico de competencia de malas hierbas en frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.) Agrotecnia en Cuba 10(1):67-72.



7. OCAMPO, F. 1977. Combinación y sustitución de tres insumos herbicidas, fertilizantes, distancia entre hileras, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 48 p.
8. RIOS, E. 1976. Rendimientos y los componentes del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 50 p.
9. VIEIRA, C. 1970. Período crítico de competição entre ervas daninhas e a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Ceres (Brasil) 17(94):354-367.
10. ZIMDAHALL, R. 1980. Weed crop competition. Oregon, International Plant Protection Center. Oregon State University, 21 p.

## Notas y comentarios

### Hormiga argentina amenaza a la flor nacional de Sudáfrica

La protea, el emblema floral de Sudáfrica, se beneficia de un arreglo especial que tiene con las hormigas nativas de los matorrales de El Cabo. Debido a que las hormigas no son buenas polinizadoras (reducen más bien la viabilidad del polen), la protea (*Mimetes cucullatus*) las emplea para dispersar sus semillas. Pero este feliz arreglo está ahora amenazado por la hormiga argentina.

*Mimetes* recluta los servicios de las hormigas produciendo semillas que tienen unas pequeñas porciones de alimentos, conocidos como eleosomas, en su parte exterior. El término eleosoma designa las reservas nutritivas, grasosas en este caso, que rodean a la semilla como cebo para atraer animales, principalmente hormigas, para su diseminación. Las hormigas coleccionan las semillas, las llevan a sus nidos, en los que comen los eleosomas y dejan al germen enterrado en el lugar en que está situado el nido o en algún cercano basurero de hormigas.

Así la protea tiene sus semillas plantadas por las hormigas, las que consiguen una comida como pago. Tal arreglo ha llegado a ser crucial en la supervivencia de *Mimetes*. Endémica en esa región del matorral de Sudáfrica, la planta produce sólo unas pocas

semillas en cada estación y éstas necesitan ser dispersadas y plantadas antes de que una serie de animales pueda comérselas.

Esta estrategia de dispersión, que en botánica se denomina "diáspora de plantas zoócoras", que ha funcionado bien durante generaciones de proteas y de hormigas, está ahora ante un peligro: el problema es la hormiga argentina que, introducida a la zona al comenzar el presente siglo, ha probado ser, como muchas de este tipo de especies, una formidable colonizadora.

La hormiga invasora está ahora comenzando a dañar la ecología de los matorrales africanos. W. Bond, de la Universidad de California, Los Angeles, ha hecho un detallado estudio de los hábitos de las hormigas argentinas (*Ecology*, vol. 65, p. 1031). La investigación muestra que cuando se encuentran ante las semillas, estas hormigas, que al parecer no poseen la pulcritud y diligencia de las africanas, simplemente devoran los paquetes alimenticios (los eleosomas) y dejan abandonada la semilla en el suelo, sin llevarla hasta su nido. Aún si la hormiga decidiera acarrear la semilla hasta su nido, esto sería de poca ayuda para la planta. Las hormigas argentinas fabrican sus nidos encima del suelo, no el mejor lugar para su germinación.

Si la tendencia actual continúa, dice Bond, la semilla de *Mimetes* disponibles para su propagación decrecerá gradualmente, lo que conduciría a la posible extinción de esta rara y bella planta de la familia de las proteáceas. Adalberto Gorbitz.

INFLUENCIA DA MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E DO PERÍODO  
ENTRE A COLETA E O INÍCIO DO ARMAZENAMENTO,  
SOBRE A VIABILIDADE DA SEMENTE DE SERINGUEIRA  
(*Hevea spp*)<sup>1</sup>

---

L. P. BARRUETO\*  
I. DA P. PEREIRA\*  
M. A. NEVES\*

### Summary

*Various time intervals between rubber tree seed selection and the initiation of seed storage were observed in order to ascertain effects on preservation and viability. Harvested seeds were subjected to the following quality evaluations: physiological maturity, moisture content, germination capacity, carbohydrates, lipids and crude protein. Concerning seed physiological maturity, it was verified that maximum values of dry seed weight coincided with both highest percentages of germination and lowest seed moisture contents when seeds were harvested directly from capsules on the tree. In general, data indicated that a delay between seed collection and storage altered seed quality. Seeds stored immediately after harvesting maintained their viability, no matter the origin of the seed. Additionally, a significant variation was observed in total soluble carbohydrates, lipids and crude protein of seeds during storage, but not during the time between harvest and storage. Initial moisture content of stored seeds was, according to these results, the determining factor in seed preservation and viability.*

### Introdução

**L**a heveicultura não se dispõe de uma adequada tecnologia de conservação de sementes para assegurar um alto poder germinativo após vários meses de armazenamento. Esta dificuldade surge em decorrência de a capacidade germinativa das sementes diminuir drasticamente alguns dias depois de sua coleta no seringal, com reflexos graves na implantação de viveiros, pois afeta negativamente os custos, tamanho e oportunidade de implantação dos mesmos.

As causas mais profundas desta rápida deterioração da viabilidade não são bem conhecidas nas sementes desta espécie, embora tenha-se indicado que o nível de umidade (18,23), oxidação de lipídios (4), ou

mesmo a presença de fungos internamente (31), influenciam decididamente sua qualidade fisiológica. Estes fatores são, por sua vez, afetados pelo grau de maturação fisiológica da semente, aspecto este pouco estudado ainda, especialmente em relação ao armazenamento das sementes de seringueira, considerando que após a deiscência dos frutos nas árvores, as sementes, até serem coletadas, podem passar tempos variáveis no chão ou estocadas transitóriamente, sofrendo mudanças internas de caráter qualitativo e/ou quantitativo, que podem compreender seriamente sua boa qualidade inicial.

O presente trabalho visa avaliar o efeito da maturação fisiológica e do período de tempo entre a coleta e o início do armazenamento, sobre a preservação da capacidade germinativa das sementes de seringueira.

### Materiais e métodos

A presente pesquisa foi realizada em 1981-82 no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD), com sede em Manaus-AM Brasil.

---

1 Recebido para publicação el 6 de maio, 1985

Trabalho realizado com a participação de recursos financeiros do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA

\* Pesquisadores do CNPSD/EMBRAPA - Caixa Postal 319 - CEP. 69 000 - Manaus - AM - Brasil.

e pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

As sementes utilizadas neste estudo procederam de um pequeno seringal (aproximadamente um hectare), localizado cerca de 15 km do CNPSD, com pronunciada desuniformidade genética e árvores de grande altura. O plantio apresentou senescência seguida de intensa queda foliar no mês de junho de 1981, com reenfolhamento e floração no mês de agosto do mesmo ano, sendo que esta última persistiu até aproximadamente a segunda quinzena do mês seguinte. Em geral, não foram observadas floração e frutificação abundantes especialmente nas árvores do centro do seringal.

### Maturação fisiológica

Com vistas ao estabelecimento da curva de maturação fisiológica, em duas árvores oriundas de sementes "pé franco" foram feitas cinco coletas de frutos por árvore, iniciadas em 28/10/81 e subsequentemente continuadas a 30/11/81, 28/12/81, 30/01/82 e 15/02/82. Em cada data foram coletadas três amostras de 45 sementes cada uma para a determinação do teor de umidade e peso da matéria seca, enquanto que para os testes de germinação foram coletadas três amostras de 20 sementes.

O teor de umidade, base úmida, e a matéria seca foram avaliadas em forma conjunta pelo método de estufa a 100°C até peso constante das amostras. Os testes de germinação foram feitos por períodos de 30 dias, em sementeira a céu aberto com substrato de serragem curtida, coberta artificialmente com teto de sombrite. As sementes foram consideradas germinadas quando apresentavam o hipocótilo projetado 0,5 cm através do polo germinativo.

### Coleta e condições de armazenamento

Logo após a quarta coleta, em 30/01/82, foi feita uma coleta geral dos frutos maduros das árvores num único dia de operação. Aproximadamente uma semana antes da coleta geral, havia-se procedido também a coleta de sementes caídas naturalmente ao chão. A seguir, as sementes extraídas das cápsulas juntamente com as do chão foram submetidas a uma solução de Benlate (pó molhável 0,3%) por 15 minutos. Em seguida, foram tomadas amostras para a determinação inicial de umidade e germinação. A amostra para a determinação de umidade, foi composta por três repetições de 45 sementes cada uma. No caso de germinação, foram também usadas três repetições, mas com 50 sementes cada uma. Na avaliação da umidade e germinação, a menos que se indique o contrário, estes valores deverão subentender-se

Em relação às sementes restantes, estas foram separadas em dois grupos. Um primeiro grupo delas (zero dia) foi imediatamente armazenado em sacos de plásticos, providos de seis pequenos furos (23), contendo 300 sementes por saco e mantidas numa sala à temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  por 2, 4, 6, 8 e 10 meses. Um segundo grupo foi mantido ao ar livre por 30 dias numa sala sob condições ambientais não controladas. Sementes deste último grupo foram retiradas a intervalos regulares de dez dias, para avaliar sua umidade, germinação e iniciar o armazenamento nas condições já descritas, decorridos 10, 20 e 30 dias após a data da coleta geral. Durante o armazenamento foram feitas avaliações de umidade e germinação, a intervalos de 2 meses até os 10 meses. Simultaneamente com as avaliações de umidade e germinação, foram feitas, também, determinações de carboidratos solúveis totais, lipídios e proteína bruta.

Para a determinação de carboidratos foram usadas três repetições de 0,5 g de sementes secas e moídas. A extração foi feita com 25 ml de água, em erlenmeyer de 50 ml, à temperatura ambiente, por seis horas com agitação manual a intervalos de 15 minutos. O extrato foi filtrado e completado com água para volume de 100 ml. Deste volume foi tirada uma alíquota de 10 ml diluindo-a para balão volumétrico de 100 ml, do qual foram tomadas três amostras de 2 ml para serem dosadas pelo método de antrona (2, 30), com auxílio de um espectrofotômetro Bausch & Lomb Spectronic 20, lido na faixa de 623 n.

Na quantificação de lipídios foram usadas três repetições de um grama de sementes secas e moídas, submetidas a extração com éter de petróleo (p.e. 30-60°C) em sistemas Soxhlet durante 3 horas. Uma vez completado o tempo, os extratos foram evaporados em rotavapor a baixa pressão e o resíduo calculado em percentagem (22).

Quanto ao teor de proteína bruta, as análises das três repetições de um grama de sementes secas e moídas foram feitas pelo método semi-micro Kjeldahl (análise feita pelo Laboratório de Plantas da UEPAE/Manaus) tendo 6,25 como fator de conversão de nitrogênio para proteína.

### Análise estatística

O delineamento experimental usado na determinação da maturação fisiológica das sementes foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos (datas de coleta) e 3 repetições, contendo 6 tratamentos (meses de armazenamento) e 3 repetições. O mesmo delineamento foi usado para avaliar a germinação durante o armazenamento. Para umidade, teor de lipídios, car-

boidratos solúveis e proteína bruta foi usado o esquema de parcelas subdivididas com três repetições sendo os dias considerados como parcelas (0-10-20-30) e os meses de armazenamento como subparcelas (2-4-6-8-10). A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os dados percentuais transformados para  $\text{arc sen } \sqrt{x \%}$

### Resultados e discussão

As Figuras 1 e 2 mostram que nas sementes em desenvolvimento os máximos valores de germinação situam-se entre os valores mais altos de peso da matéria seca e menores de umidade, porém, bem mais próximos dos primeiros na árvore A. Similar tendência tem sido verificada por outros autores (25) e está também em concordância com a hipótese inicial de trabalho, no sentido de que os frutos maduros e próximos a experimentar a deiscência (no presente caso, final de janeiro e primeira quinzena de fevereiro de 1982) continham já sementes em fase de maturação fisiológica, isto é, com maior peso da matéria seca e maior percentagem de germinação (24). Em relação a isto, foi constatado que os valores de peso da matéria da seca da quarta e quinta coleta (30/01-15/02/1982) não foram diferentes entre si, tanto na árvore

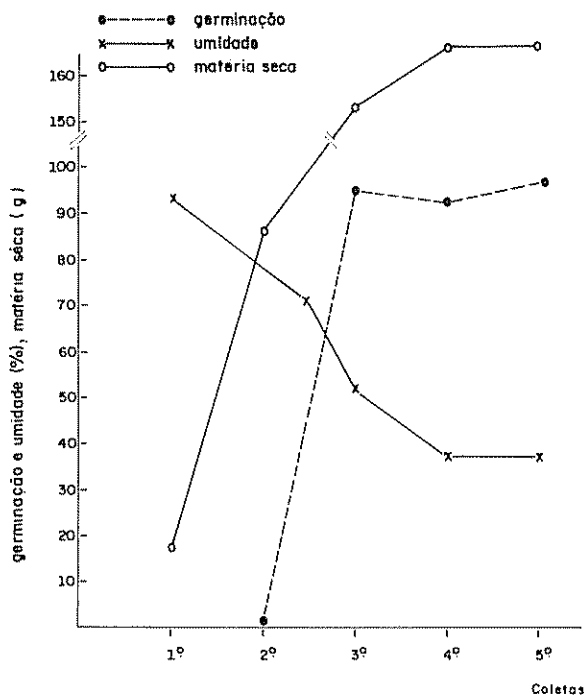


Fig. 1. Variações de germinação, matéria seca e umidade de sementes de seringueira, nas diferentes coletas da árvore A

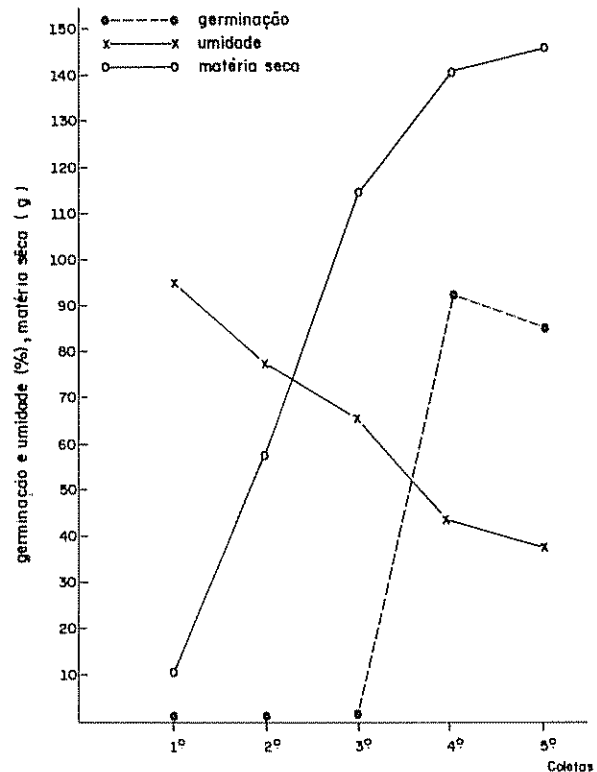


Fig. 2. Variações de germinação, matéria seca e umidade de sementes de seringueira, nas diferentes coletas da árvore B

A como na B. Similar fato aconteceu com a umidade (37%) na árvore A (Figura 1); porém, na árvore B/ Figura 2), estes dois últimos pontos 43% e 38% foram diferentes estatisticamente, não obstante a curva nesse segmento tenda a se estabilizar, apesar de que as sementes apresentavam ainda um alto teor de umidade. Altos valores de umidade têm sido encontrado também na maturação fisiológica de *Pterogyne nitens* (5) e *Capsicum annuum* (19), oscilando entre 60-65% e 50%, respectivamente.

Cabe mencionar que foi observado na terceira coleta (28/12/81) da árvore A (Figura 1) uma alta taxa de germinação (95%), muito embora os valores de umidade e peso da matéria seca das sementes não estivessem estabilizados e se tratar de frutos de epicarpo completamente verde. Este resultado evidencia que ao redor dos 30 dias antes da maturação fisiológica as sementes já apresentam capacidade germinativa, o que poderia antecipar a instalação de pequenas sementeiras ou, em geral, motivar seu uso com fins experimentais. Na árvore B (Figura 2) a maior taxa de germinação ocorreu na quarta data de coleta, mostrando haver uma desuniformidade na floração e frutificação entre as árvores.

Muito embora as medições de maturação fisiológica tenham sido iniciadas somente a partir dos 60

dias após a constatação do início de floração, os resultados obtidos satisfazem as necessidades de conhecimento acerca dos teores de umidade e percentagem de germinação das sementes próximo ao período de queda e início de armazenamento. Tem sido mencionado (20) dificuldades técnicas para a determinação da maturação fisiológica em espécies anuais. Em seringueira, a desuniformidade de floração constitui uma dificuldade técnica para a determinação mais exata da referida maturação. Contudo, os resultados apresentados neste estudo tem como vantagem assemelhar-se a uma condição de seringal nativo, fonte da maior parte das sementes usadas na lavoura dessa cultura na Amazônia

Sementes colhidas no chão ou diretamente das árvores deixadas em exposição ao ar livre por períodos variáveis antecedendo ao início do armazenamento evidenciaram uma queda acentuada de umidade e germinação (Figura 3). Constatou-se que, com o passar do tempo, a umidade inicial das sementes coletadas das árvores e do chão, 39% e 36%, respectivamente, caiu e, concomitantemente, as percentagens de germinação. Porém, nas sementes do chão estes declínios foram mais precoces e podem ser atribuídos ao fato de terem entrado no tempo zero (data da coleta geral) como um menor valor de umidade. Presença de ácidos graxos livres pode também ser apontada como um outro fator envolvido na rápida queda da germinação (12)

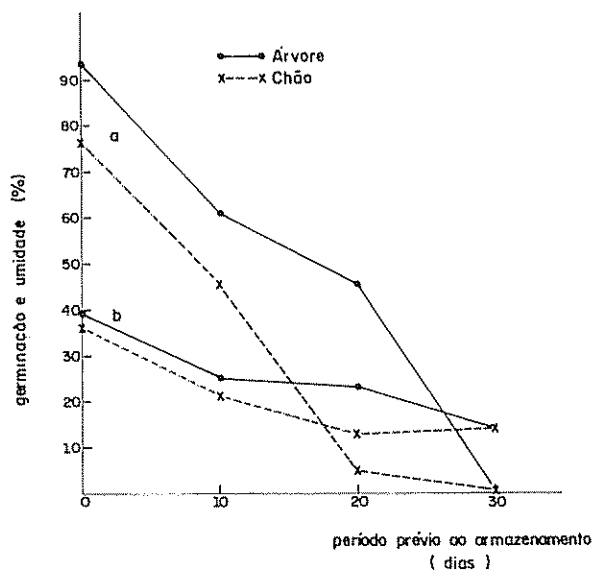


Fig 3 Germinação e teor de umidade de sementes de seringueira durante o período prévio ao armazenamento: a: germinação; b: umidade

A perda de peso pode ter aplicação prática na determinação do poder germinativo (P.G.) das sementes, pois estas ao desidratarem tornam-se mais leves. Sementes recém coletadas das árvores (39% de umidade) apresentavam 200 unidades por quilo e P.G. de 92%, enquanto que aos 30 dias após a coleta esse número alcançou 270, com zero por cento de germinação

Embora o número de sementes por quilo possa variar em função de vários fatores, este parâmetro tem potencialidade para constituir-se numa alternativa mais prática do que a cor de amêndoa (11), ou os testes do tetrazólio (26) na avaliação rápida da viabilidade da semente pelo heveicultor ou assistência técnica.

As percentagens de germinação e umidade entre dois e dez meses de armazenamento pertencentes ao tratamento zero dias, encontra-se na Figura 4. No tocante às sementes coletadas das árvores, foi constatado que não houve diferenças significativas entre a germinação inicial e a ocorrida aos dois meses de armazenamento, porém, foi estatisticamente superior a dos meses restantes

A germinação ocorrida aos dois meses não diferiu significativamente dos demais meses, muito embora houvesse uma queda acentuada de germinação entre o quarto e sexto mês, provavelmente causada pela presença de fungos (constatação visual) no interior dos sacos.

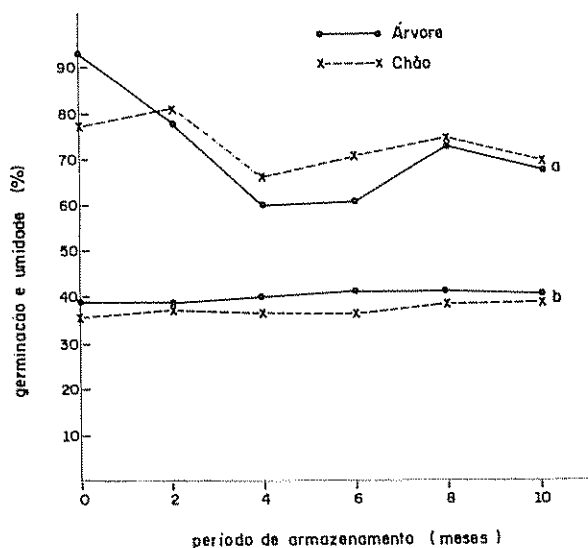


Fig 4 Germinação e teor de umidade durante o armazenamento das sementes de seringueira, armazenadas logo após a coleta geral: a: germinação; b: umidade

Não obstante existirem evidências da limitada eficiência do Benlate na conservação de sementes (17), a infecção por fungos nas sementes utilizadas não provocou prejuízos maiores. A presença de fungos no interior de sementes representa um desafio para a pesquisa no que se refere a procedimentos e fungicidas a serem utilizados visando a atingir o patógeno no interior destas e não apenas externamente (10). Quanto à umidade das sementes das árvores, esta foi muito uniforme durante o período de armazenamento, em torno de 40%, e semelhante às sementes do chão (Figura 4). Com relação às sementes do chão, não foram verificadas diferenças significativas na germinação, nem foram constatados fungos, visualmente, nas não germinadas. Os altos valores de germinação alcançados para ambos os grupos

de sementes apoiam a recomendação do saco plástico como embalagem para sementes de seringueira (23). Este tipo de embalagem, sem dúvida, contribuiu para manter a umidade inicial interna das sementes e foi uma condição necessária, juntamente com a temperatura usada, para manter uma alta germinação ao longo dos 10 meses de armazenamento, supostamente até o início da próxima temporada de chuvas, novembro-dezembro, ocasião em que ainda não existem na região sementes disponíveis para plantio.

Apesar de a umidade das sementes armazenadas imediatamente após a coleta, tratamento de zero dias, não ter sofrido variações significativas (Figura 4), a partir do oitavo mês de armazenagem foi constatado uma percentagem de germinação, perto de 5%, no interior dos sacos. Dependendo da magnitude, esta percentagem pode constituir-se num sério obstáculo ao armazenamento por longo tempo. Possivelmente, a germinação de algumas sementes no interior dos sacos seja decorrente de distintas necessidades de reidratação, respiração, carga energética, variabilidade genética, etc

O efeito do período prévio ao armazenamento das sementes das árvores ou do chão sobre a germinação e umidade aos 1, 4, 6, 8 e 10 meses são mostrados na Figura 5A, B e C. Verifica-se uma queda da germinação a partir do dia inicial (data da coleta geral). No caso das sementes que permaneceram ao ar livre por 30 dias, esta queda foi mais acentuada e com consequências negativas para a germinação nos diferentes meses de armazenamento, pois com um teor de umidade de 15% não foi constatada nenhuma germinação a partir dos trinta dias em diante. Para as sementes mantidas ao ar livre por dez dias antes do armazenamento foram observados valores de umidade na faixa de 20 a 25% (Figura 5A), correspondendo a uma germinação relativamente baixa, 60% e 48%, para sementes coletadas das árvores e do chão, respectivamente. Abrupta queda na germinação foi observada a partir dos dois meses de armazenamento, inclusive dispensando qualquer comentário estatístico na comparação das médias.

Os reflexos sobre a germinação, causada por uma umidade inicial baixa, 21% e 15% (Figura 5B), também se manifestam durante todo o período de armazenamento, demonstrando com isso, uma vez mais, que o teor de umidade inicial das sementes é um ponto crucial no que se refere a manutenção da viabilidade com vistas ao armazenamento. Em outras palavras, quanto mais próximos da maturação fisiológica estiverem a coleta e o início da armazenagem, menor prejuízo poderá ocorrer à germinação durante o armazenamento. Entretanto, foi verificado aumento de umidade das sementes, às vezes significativo (Figura

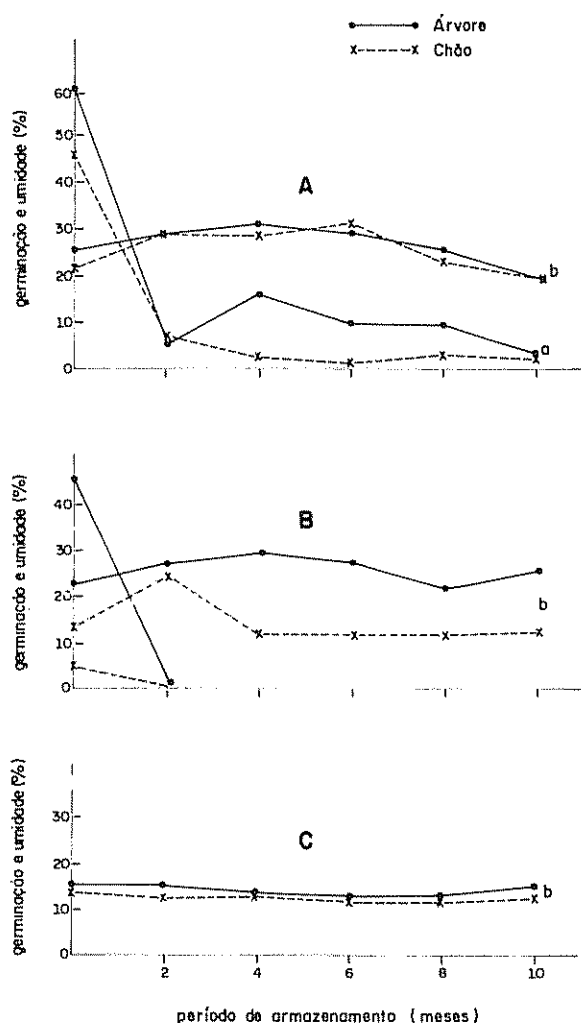


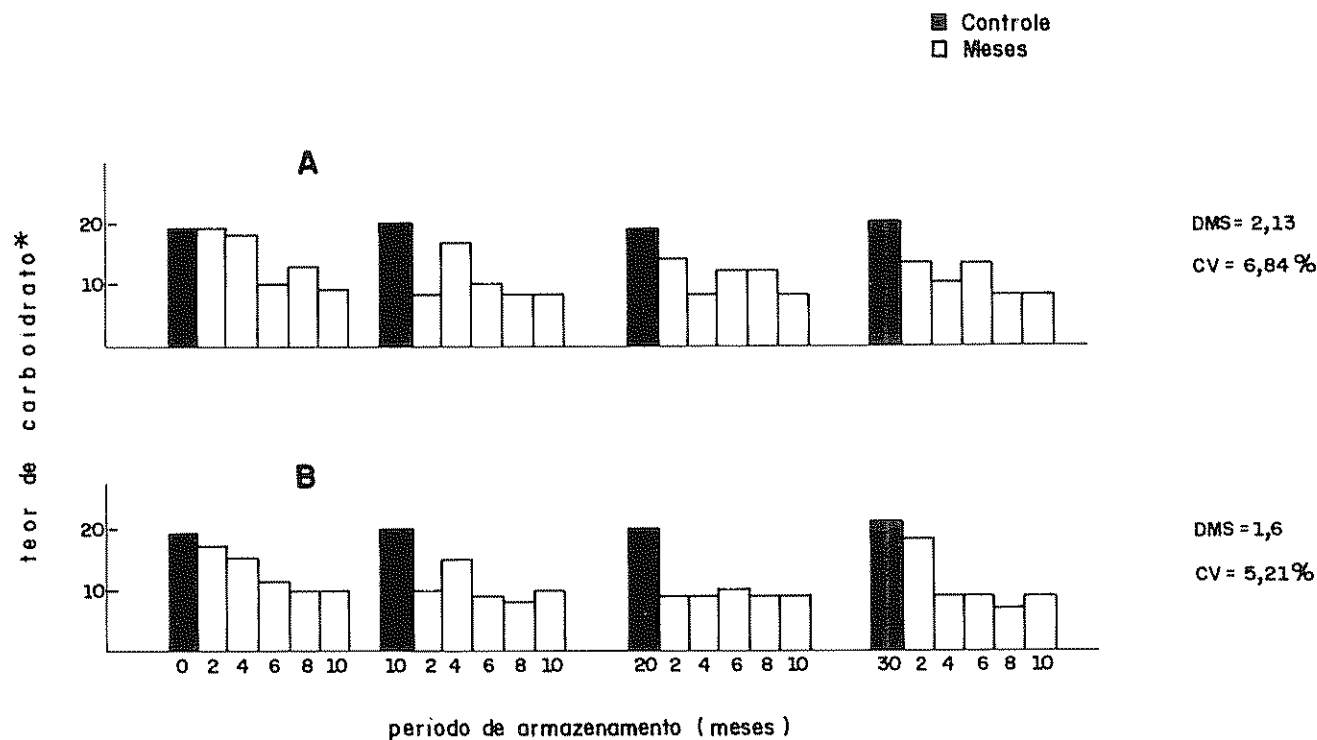
Fig 5 Efeito do período entre a coleta geral e o início do armazenamento das sementes de seringueira sobre a germinação (a) e teor de umidade (b) durante o armazenamento. A: dez dias, B: vinte dias, C: trinta dias

5A e 5B), a partir do seu valor inicial aos 10 e 20 dias. Talvez, possa tratar-se de um equilíbrio higroscópico com o ambiente externo possibilitado pela presença de furos nos sacos de plástico utilizados. Todavia, o fato da umidade das sementes mantidas ao ar livre por 30 dias ter-se mantido invariável durante o armazenamento, enfraquece tal hipótese pois as condições eram semelhantes. Contudo, há referências (17, 23) de variações internas de umidade vir a ocorrer e, inclusive, de aumento do poder germinativo (23), o que não parece concordar com o ponto de vista de que a qualidade fisiológica das sementes não melhora durante o armazenamento.

Não têm sido freqüentes as referências sobre o efeito da dessecação natural sobre aspectos metabólicos das sementes de seringueira, contudo, tem se informado que o nível de ácido cianídrico (HCN), ou seja, de toxicidade, diminui com a perda de água pelas sementes (32). Nas sementes de seringueira o teor de HCN está relacionado com a enzima linamarase e o glicosídeo cianogênico linamarina ou inclusive com o pH ligeiramente ácido do meio intra - celular (27).

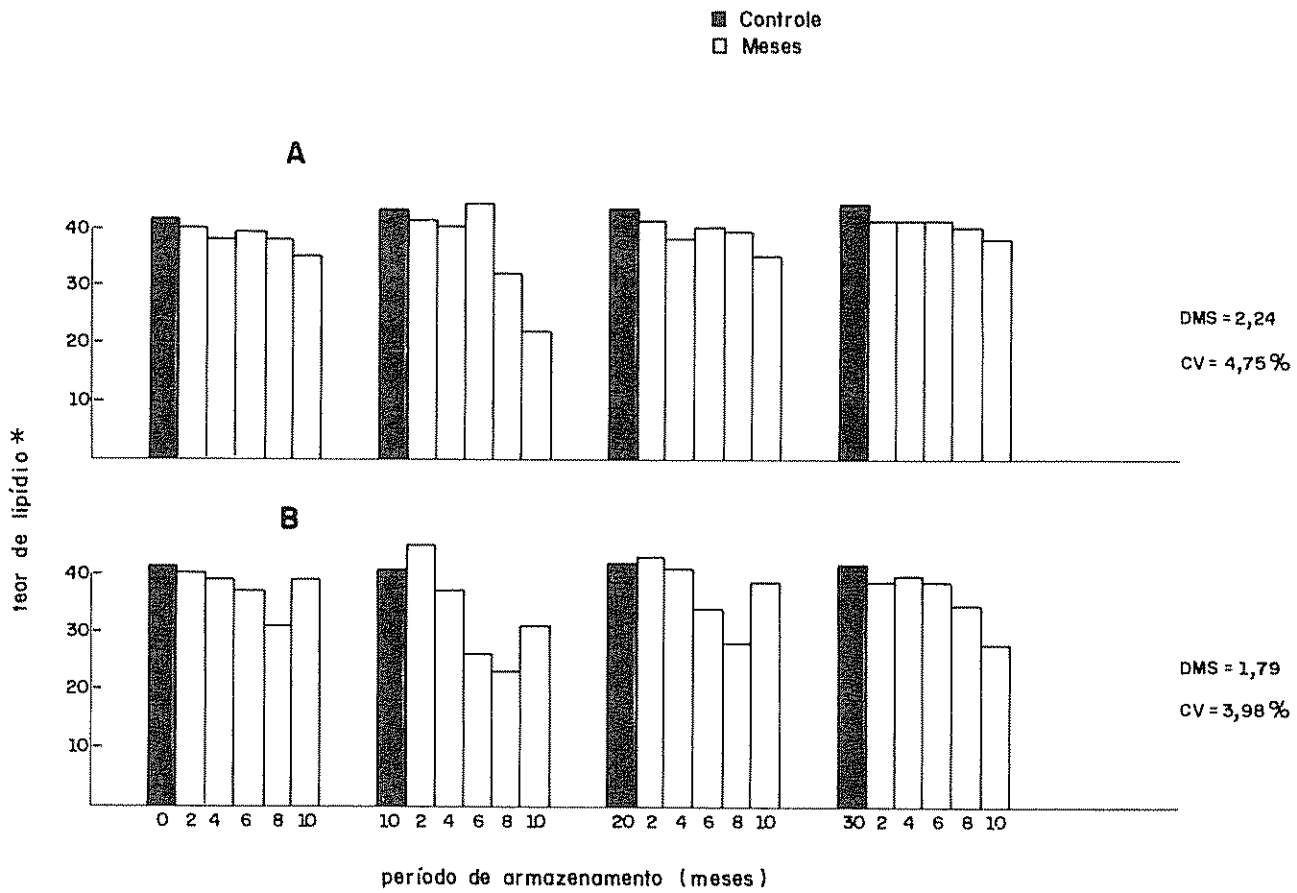
Em contraste com outras sementes tais como as de gramíneas e leguminosas a longevidade das sementes é curta, sugerindo provável intolerância do colóide protoplasmático do embrião para sofrer mudanças profundas no seu grau de viscosidade ou hidratação na fase de pós-coleta. Estas variações no interior da célula podem estar relacionadas com: alterações na integridade da fina estrutura das membranas e/ou organelas; modificação na taxa de síntese ou atividade de moléculas tais como enzimas, cofatores, etc.; e, mudanças na população de monossomas, polisossomas e ribossomas ligados a membranas (1, 7, 28). Assim, a um nível de umidade de 15% a germinação é nula, o que indica que o nível de deterioração do embrião foi irreversível e que a hidratação na fase de embibição foi incapaz de recompor ou ativar os processos compatíveis com a germinação.

De acordo com as Figuras 6, 7 e 8 nos 4 períodos prévios ao armazenamento (0, 10, 20, e 30 dias), praticamente, não houve variação entre as sementes coletadas das árvores e do chão em relação aos níveis de carboidratos, lipídios e proteína bruta, sugerindo



\* Valores transformados para arc sen  $\sqrt{x\%}$

Fig. 6. Teores de carboidratos em sementes de seringueira durante o armazenamento e, também, durante o período prévio a este A: coletadas do chão B: coletadas das árvores



\* Valores transformados para arc sen  $\sqrt{x\%}$

Fig 7 Teores de lipídios em sementes de seringueira durante o armazenamento e, também, durante o período prévio a este A: coletadas do chão B: voletadas das árvores

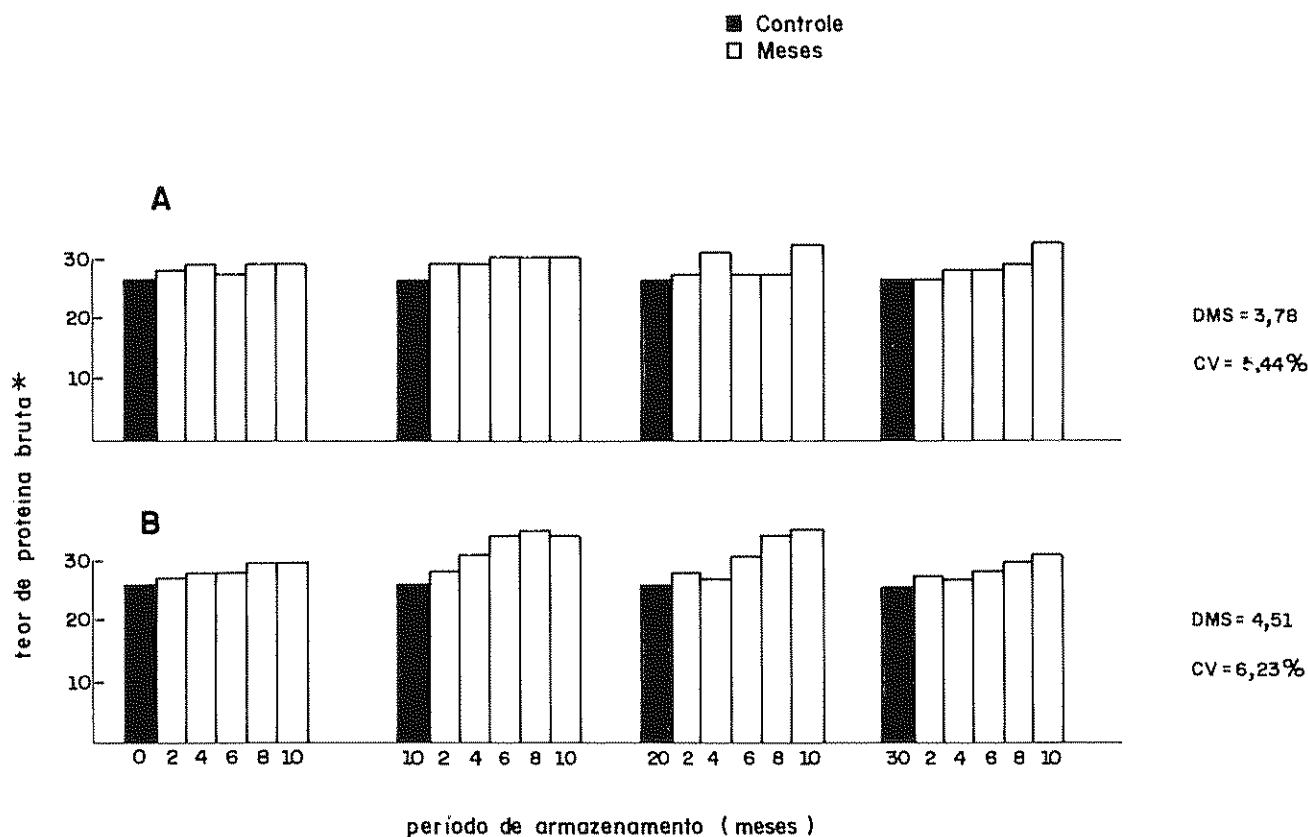
pouco ou nenhum efeito na germinação. Com efeito, os valores médios não transformados aos 30 dias para carboidratos foram de 11,0% (chão) e 11,5% (árvore) e para lipídios de 46,0% e 44% em sementes do chão e das árvores, respectivamente. Com relação a proteína bruta em sementes no chão e árvores foram, respectivamente, 19,3% e 19,0%; estas porcentagens são altas e explicam o interesse da pesquisa por utilizá-las como novas fontes de alimento (27, 33).

A Figura 6 mostra uma acentuada tendência de diminuição dos carboidratos solúveis totais durante o armazenamento, em relação a seus respectivos controles (0, 10, 20 e 30 dias). A dureza do tegumento das sementes e a provável diminuição da concentração de oxigênio no interior dos sacos sugerem que apenas a rota da glicólise anaeróbica (fermentação), no seu desdobramento láctico ou alcólico, tenha sido bastante ativada. Entretanto, este último fator não

considerado decisivo na redução da longevidade das sementes armazenadas de *Araucaria hunsteinii* (29). Com base no raciocínio anterior, é possível supor que as semelhanças nos teores de carboidratos entre os controles tenham sido influenciadas pelas condições de não confinamento e de atmosfera não restrita que rodeavam as sementes durante o período prévio à sua armazenagem. Similarmente, as diferenças de germinação, por exemplo, entre zero e os demais dias, podem ser atribuídas aos níveis de umidade interna das sementes.

Os altos valores de extrato etéreo encontrados nas sementes utilizadas (Figura 7) sugerem que o endosperma destas sementes é um forte dreno de carboidratos para a conversão posterior em ácidos graxos, tal como tem sido informado para *Ricinus communis* (9). Desse modo, supõe-se que o endosperma não apenas está relacionado com a síntese de triglicéridos, mas também com a de ser um ativo tecido de re-





\* Valores transformados para arc sen  $\sqrt{x\%}$

Fig 8 Teores de proteína bruta em sementes de seringueira durante o armazenamento e, também, durante o período prévio a este.  
A: coletadas do chão B: coletadas das árvores

serva de lipídios a serem transformados em carboidratos posteriormente na germinação, provavelmente, via ciclo do glioxolato (6, 8, 16). Entretanto, no período de armazenamento os elevados teores de lipídios podem estar em função do acúmulo de triglicerídios e/ou ácidos graxos decorrentes da hidrólise dos primeiros ou, simplesmente, de sua síntese a partir da acetil CoA desde a sacarose (14), mas sem maiores desdobramentos posteriores, pois eventos metabólicos ligados a estes compostos ativam-se durante a germinação (21). Muito embora a germinação fosse nula em alguns meses do armazenamento e certos níveis de extrato etéreo tivessem descido significativamente, tal ponto de vista não deve ser interpretado tão rigidamente, porque, apesar do embrião estar danificado, como postulado no presente caso, a atividade metabólica da amêndoa pode subsistir por algum tempo. Este ponto de vista é coincidente com o verificado em outros casos (3), onde foi detectada atividade respiratória sem ter havido germinação. Também esta hipótese torna mais compreensível a tendência ascendente

dos níveis de proteína bruta durante o armazenamento (Figura 8). Não obstante, questões relacionadas com os tipos de proteínas acumuladas nos corpos proteicos se globulina e/ou albumina (15) e subsequente ingerência do embrião, no desdobraimento destas moléculas (13), abrem novas perspectivas de indagações em sementes de seringueira.

### Conclusões

1. As sementes de seringueira presentes nos frutos próximos a experimentar a deiscência encontram-se, por volta dos seis meses após os primeiros indícios de floração, no ponto de maturação fisiológica, isto é, máximos valores de matéria seca, germinação e mínimos teores de umidade.

2. Em torno dos trinta dias antecedendo à deiscência dos frutos, as sementes de algumas árvores já apresentam alta capacidade germinativa (95%), mui-

to embora ainda não tenham atingido o ponto de maturação fisiológica.

3 O teor de umidade com que as sementes caem ao solo oscila em torno de 40% e conforme as sementes vão perdendo sua umidade inicial, seu poder germinativo vai diminuindo.

4 O número de sementes por unidade de peso, pode chegar a constituir-se num procedimento prático para estimar o potencial germinativo de um lote de sementes de seringueira

5 A redução do período entre a queda das sementes das árvores, coleta e o início do armazenamento, é fundamental para a manutenção da sua viabilidade durante o armazenamento

6 Os efeitos combinados de saco de plástico semi-cheio, teor de umidade das sementes próximas de 40% e temperatura de 22°C contribuem eficazmente para o sucesso do armazenamento, em se tratando de sementes de seringueira que ainda não tenham experimentado adversidade de campo.

7 Os teores de carboidratos, lipídios e proteína bruta, não foram modificados significativamente pelas condições ambientais prevalentes, durante os períodos de zero, dez, vinte e trinta dias prévios ao armazenamento

8 Durante o armazenamento, variações dos teores de carboidratos, lipídios e proteína bruta, podem ocorrer, inclusive, em sementes sem capacidade germinativa.

9 Não foram encontradas evidências no sentido de que os teores de carboidratos, lipídios e proteína bruta, reduzem a viabilidade das sementes

#### Resumo

Foi avaliado o efeito da maturação e do intervalo de tempo entre a coleta das sementes de seringueira, colhidas do chão e diretamente das cápsulas das árvores, e o início do armazenamento, sobre a preservação da capacidade germinativa durante o período de 2 a 10 meses. Com esse objetivo, foram avaliados os seguintes parâmetros: maturação fisiológica, umidade, germinação, carboidratos, lipídios e proteína bruta. Quanto à maturação fisiológica, foi constatado que os máximos valores de peso da matéria seca coinciram com os maiores de germinação e os menores de umidade, por ocasião da coleta das cápsulas das árvores. Dependendo do período de tempo, prévio ao armazenamento, foi verificado que as maiores percen-

tagens de germinação corresponderam às sementes, das árvores e do chão, armazenadas logo após a coleta. Não foram constatadas variações significativas nos teores de carboidratos solúveis totais, lipídios e proteína bruta, no período prévio do armazenamento, mas sim durante o período de armazenagem. O conteúdo de umidade inicial das sementes para o armazenamento foi o fator de influência preponderante na preservação da viabilidade.

#### Literatura citada

1. ABDUL-BAKI, A ANDERSON, J.D. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In Kozłowski, T T Seed biology. New York, Academic Press c. 4 p. 283-315
2. BARRUETO CID, L.P., FIALHO, J de F NEVES, M A C 1981. Influência de diferentes concentrações de ácido 3-inidol acético mais boro, e teores de carboidratos e nitrogênio no enraizamento de estacas de *Pueraria phaseoloides*. Pesquisa agropecuária brasileira 16(5):623-626.
3. BARRUETO CID, L.P., OLIVA, M A CARDOSO, A.A 1981. Efeito do potencial híbrido sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pesquisa agropecuária Brasília 16(6):883-890.
4. BOUYCHOU, J.G. 1963. La biologie de l'Hévéa. Paris, Institut des Recherches sur la Caoutchouc en Afrique, 16 p.
5. CARVALHO, N.M. de SOUZA FILHO, J.F. de GRAZIANO, T.T e AGUIAR, J.B. de. 1980 Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. Revista Brasileira de Sementes Brasília 2(2):23-28.
6. CHAPPELL, J. e BEEVERS, H. 1983. Transport of dicarboxylic acids in castor bean mitochondria. Plant Physiology 72(2):434-440.
7. CHING, T.M 1972 Metabolism of germinating seeds. In Kozłowski, T T Seed biology. New York, Academic Press c. 2. pp. 103-218.
8. DAVIES, D.D. GIOVANELLI, J. REES, T 1969. Metabolismo lípido. In Bioquímica vegetal, Barcelona, Omega c. 7 p. 293-349.
9. DENIS, D.T. MIERNYK, J.A. 1982. Compartmentation of mophotosynthetic carbohydrate metabolism. Annual Review of Plant Physiology 33:27-50.

10. DHINGRA, O.D., MUCHOVEJ, J.J.; E. CRUZ FILHO, J. da. 1980. In Principais técnicas de prétratamento de sementes Dhingra, D.D. Ed. Tratamentos de sementes. Viçosa U.F.V. p. 16-36.
11. DIJKMAN, M.J. 1981. Planting material. In Dijkman, M.J. Ed. Hevea: thirty years of research in the far east. Florida, University of Miami Press c. 6 p. 43.
12. GAVRIELIT-GELMOND, H. 1971. Moisture content and storage of peanut seed (*Arachis hypogaea* L.) Proceeding of the Institute of Seed Test Association 36(1):159-171.
13. GIFFORD, D.J. THAKOPE, E. BEWLEY, D. 1984. Control by the embryo axis of the breakdown of storage proteins in the endosperm of germinated castor bean seed: a role for gibberelic acid. Journal Experimental Botany 35(154):669-677.
14. GRAHAM, S.A., HIRSINGER, F. ROBBELEN, G. 1981. Fatty acids of cuphea (Lythraceae) seed lipids and their systematic significance. American Journal of Botany 68(7):908-917.
15. YOULE, R.J.; HUANG, A.H.C. 1981. Occurrence of low molecular weight and high cysteine containing albumin storage proteins in oil seeds of diverse species. American Journal Botany 68(1):44-48.
16. KROGMANN, D.W. 1973. Hexose breakdown. Krogmand, D. Ed. In The biochemistry of green plants. New Jersey, Prentice-Hall c. 2. p. 12-29.
17. LAGO, A.A. do, ORTOLANI, D.B., ZINK, E. FERNANDES, O.C. 1976. Efeitos de diversos tratamentos fungicidas na longevidade de sementes de amendoim. Sementes, Brasília 2(2):26-31.
18. MAAS, J.G.J.A. 1918. Germination trials with *Hevea* seeds. Archives Rubber Culture 2:719-725.
19. MANTOVANI, E.C., SILVA, R.F. da; CASALI, V.W.D. 1980. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Revista Ceres. Viçosa 27(152):356-368.
20. MARCOS FILHO, J. 1980. Maturidade fisiológica de sementes de soja. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília 15(4):447-460.
21. MAYER, A.M., POLJAKOFF-MAYEER, A. 1975. Metabolism of germinating seeds. In Mayer, A.M. Ed. The germination of seeds, 2 Ed. Oxford, Pergamon V. 55 c.5 p. 76-151.
22. MELOAN, C.E.; POMERANZ, Y. Lipids. In Meldan, C.E. Ed. Food analysis laboratory experiments. Pennsylvania c. 28 p. 97-101.
23. PEREIRA, J. da P. 1980. Conservação da viabilidade do poder germinativo da semente de seringueira. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília 15(2):237-244.
24. POPINICIS, F. 1977. Maturação da semente. In Popinigis, F. Ed. Fisiologia da semente. Brasília, Agiplan c. 2 p. 19-38.
25. SAIKHIBUN, M.H. CHIN, H.F.; HOR, Y.L. 1981. Fruit and seed development in *Hevea* (clone RRIM 600) in Malaysia. Journal Rubber Institute of Malaya. Kuala Lumpur 29(2):101-110.
26. SALKIHUN, M.B. 1981. Viability test of *Hevea* seeds by the tetrazolium method. Journal of the Rubber Institute of Malaya. Kuala Lumpur 29(1):44-51.
27. STOSIC, D.E.; KARAY, J.M. 1981. Semillas de cauchero como pienso para animales en Liberia. Revista Mundial de Zootecnia 39:29-39.
28. THOMAS, H. 1974. Control mechanism in the resting seed. In Roberts, E.H. Viability of seeds. London, Chapman & Hall Ltd c. 12 p. 360-396.
29. TOMPSETT, P.B. 1983. The influence of gaseous environment on the storage of *Araucaria hunsteinii* seed. Annals of Botany 52(2):229-237.
30. UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H. 1972. Manometric and chemical estimation of metabolites and enzyme systems. In Umbreit, W.W., Burris, R.H. & Stauffer, J.F. Eds. Manometric biochemical techniques. 5 Ed. Minneapolis, Burgess Publishing Company.
31. URBEN, A.F.; WEISEL, M.M. V. da S.; CICEIRO, S.M. 1982. Ocorrência de fungos em sementes de seringueira. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília 17(11):1 633-1 637.

32. UTILIZATION des grianes d'hévea. Rev. Gen. Caoutch. Plast., Paris (629): 69-70. 1983

33. WHEELER, L.C. Rubber seed as food. Rubber Board Bulletin, India 17 (1): 26-28. 1981.

## Reseña de libros

KING, A. B. S., and SAUNDERS, J. L. The invertebrate pests of annual food crops in Central America. Overseas Development Administration. 1984. 166 p.

This book is simply the best thing to happen to entomology in the isthmus since the *Biologia Centrali Americana*. The 166 pages of concise, carefully researched text is made doubly useful by the inclusion of over 410 well-reproduced, remarkably detailed, full color, close-up photographs of the pests in their natural environment. The inclusion of damage symptoms and natural substrates makes all the difference and the authors should be congratulated for not simply photographing pinned, deformed and discolored specimens.

Chapter 1, which introduces the book, includes a two-page description of Integrated Pest Management which is error-free but so succinct that it might best have been left out.

Chapter 2, entitled Key to the More Common Pests of Annual Food Crops, is a beauty. Here, keys are provided for insect pests of 29 different Central American crops. Some keys are comprehensive (eg. maize) while others are preliminary and will need to be enlarged (eg. egg plant and other horticultural crops of lesser economic importance). In keeping with the practical orientation of the entire book, the keys are divided into sections which deal with each organ (roots, leaves, stems, etc.) and/or phenological stage (seed, seedling, flowering stage, etc.). Characters used will doubtless make entomological systematists cringe, but are very workable and relevant for field-oriented entomologists. Each tentative identification, generally to the generic level, is followed by

a number referring the reader to a page in Chapter 3, where a comprehensive, telegraphic description of the pest is provided. Specifically, information is provided on name (English and Spanish), distribution, hosts, life history, description, damage symptoms, and pest status, as well as cultural, chemical and biological control. Finally, references are provided. In addition on the eight insect orders included, the authors provide some information on mites and slugs.

The final chapter is concerned with pesticides and chemical control. While very useful for the moment, there is no doubt that the utility of the preceding chapters will far outlive this one. The categorization of the chemicals by pest group they can effectively control is a useful concept and in the absence of more specific recommendations by national agencies will be helpful over the short term.

Two very easily used and almost entirely error-free indices allow the reader to locate discussions of pests and natural enemies. The bibliography contains 192 references.

The text is nicely set, readable, succinct and remarkably free of errors considering that this is a first edition.

Hopefully, the Spanish-language version will be as well done as the English. This book will be useful to anyone with an interest in neotropical entomology. Now, who is going to do a follow-up book on pests of Central American perennial crops?

La versión en español de este libro es distribuida en los países latinoamericanos por el IICA, a través de sus oficinas nacionales.

KEITH L. ANDREWS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

## Reseña de libros

MEJIA, M. *Andropogon gayanus*, Kunth: Bibliografía analítica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia 1984. 176 p.

Es verdaderamente halagador encontrar un libro de esta naturaleza, cuando en la bibliografía de gramíneas todo escasea.

El autor analiza concienzudamente todos los aspectos importantes de la especie tales como: una sinopsis descriptiva, la botánica, la taxonomía y distribución geográfica, las características agronómicas, adaptación, establecimiento, manejo y producción de forraje; asociación con leguminosas, suelos y fertilización, germoplasma, fitomejoramiento, plagas, enfermedades, producción de semillas, nutrición animal, valor nutritivo, consumo, composición química y producción animal; además de sus variedades seleccionadas para forraje, razón por la cual rápidamente el lector se da cuenta de qué tipo de pasto se trata en cuanto a valor nutritivo y producción animal.

Los aspectos taxonómicos y botánicos están bien investigados y lo que se relata de la especie sobre adaptación, magnífica, características que pueden dar una buena opción a muchos países latinoamericanos que presentan problemas serios en cuanto a sabanas y bosques, ya que el hombre ha efectuado un mal manejo de ellos. Las características agronómicas son muy semejantes a nuestra *Hypharrhenia rufa* (también traída de África) aún en asociación con leguminosas como *stylosanthes* puesto que esta última mantiene al ganado en la época seca. También se asemeja a *Hypharrhenia* en cuanto a su valor nutritivo moderado ya que ninguno de los dos géneros suple las necesidades de proteína cruda y minerales de crecimiento.

La digestibilidad *in vitro* y la energía digestible son bajas durante la lluvia y sequía pero la cantidad de forraje y la posibilidad de seleccionar fracciones ricas en nutrientes podrían permitir aumentos de peso del animal; por ello los estudios muestran ganancias en peso/animal de 300-400 g/animal/día, lo que demuestra que funciona en forma adecuada. Con respecto a la producción animal es buena puesto que

puede sostener 2.3 animales/ha, lográndose bajo pastoreo 457 kg/peso vivo/ha/año. En asociación con leguminosas el peso aumenta a 670 g/día con 2 animales/ha.

En Costa Rica, bajo condiciones similares de manejo, los mejores pastos sostienen 1.5 animales/ha. Con tales características, *A. guavanus* es una gramínea promisoría, que soporta suelos difíciles para el cultivo de ellas. En Costa Rica ya se ha introducido en la zona de San Carlos, pero creo que debe ser probado cuidadosamente y sólo para los suelos ácidos, pues ya tenemos experiencia con otras especies de *Andropogon* que por ser tan invasoras, se convierten en malas hierbas. Considero que nuestros suelos no están tan degradados como para tener que dispersarla, ni presentan problemas tan serios como muchos sudamericanos en los cuales, como demuestra el autor, esta gramínea viene a solucionar múltiples problemas.

Otro punto por analizar es la buena viabilidad de la semilla lo que hace que la especie se disemine; en caso de que en nuestro medio no se comporte adecuadamente, se convertiría en una gramínea invasora como *Dischantedium aristatum*, que en países sudamericanos funciona bastante bien y en nuestro país, en algunas zonas de Guanacaste, se ha transformado en un problema.

El libro suministra también valiosa bibliografía sobre leguminosas, resultados de proyectos y programas del CIAT, los cuales son de gran utilidad ya que ellas son las colaboradoras inmediatas de las gramíneas. Sin embargo, en el último congreso de pastos se comentó la poca importancia que ellas tenían en las asociaciones, llegándose a considerar que no pueden mantenerse en una forma adecuada, o que deberían cultivarse por separado, como lo deja entrever en sus citas bibliográficas el autor, pues en ellas se demuestra que su producción decae después de un período corto.

Considero el libro del Dr. Mariano Mejía muy valioso, una fuente de consulta que da un aporte a la agrostología latinoamericana.

MAYRA MONTIEL LONGHI  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

K. L. ANDREWS\*  
E. LIMA\*\*

### Summary

High numbers of bean slugs, *Vaginulus plebeius*, were found in simulated small farmers' maize-bean plots which had highly organic soil, abundance of broad-leaved weeds, and were located near streams. Population densities of the slug increased slightly during the first 10 weeks of maize growth, then explosively during weeks 11 to 14. Preparation of the plots for sowing of beans during week 17 reduced slug populations. The use of pitfall traps allowed prediction of the relative intensity of attack in the plots up to 10 weeks in advance. One generation of the bean slug requires approximately 2.5 months under field conditions.

### Introducción

La babosa, *Vaginulus plebeius* Fisher, entra en un período de inactividad en la época de sequía, durante la cual no se observa que cause daño en cultivos. En este período es frecuente encontrar a los adultos en rastros, debajo de piedras, en grietas profundas, bajo el follaje de cultivos como el camote (*Ipomoea batatas*) y en hojarasca en descomposición de cultivos como banano o plátano (*Musa* spp.)

Este molusco es la plaga clave en cultivos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en muchas zonas de El Salvador, Nicaragua y Honduras, especialmente en lotes de pequeños agricultores que siembran en relevo con maíz (*Zea mays*). En este último cultivo no causa problemas, pero sí aumenta la población de la plaga desde el inicio de las lluvias.

Se reconoce dos métodos nocturnos de cuantificar poblaciones de babosa (1). El primero de ellos utiliza una lata enterrada y tapa con una teja de barro. Se coloca cebo envenenado dentro de la lata y se cuenta al día siguiente las babosas capturadas. El segundo utiliza un marco de madera de 1.70 x 0.60 m, colocándolo sobre el suelo durante la noche y contando seguidamente las babosas que se encuentren dentro de éste. Además, se puede utilizar el mismo marco de madera durante el día y con la ayuda de un instrumento manual remover el suelo y contar las babosas enterradas.

Andrews y Huezo de Mira (2) estudiaron el nivel crítico de la plaga en frijol, señalando 0.25 babosas/m<sup>2</sup> y 0.4 babosas/trampa/noche. En un ensayo subsiguiente se determinó que 0.12 babosas/m<sup>2</sup>/noche durante las primeras 22 -- 30 noches de cultivo es el nivel crítico (observaciones sin publicar).

Para establecer un sistema de control integrado de la babosa es necesario poder predecir las densidades poblacionales que se espera encontrar en la época de establecimiento del cultivo de frijol. La capacidad por parte del agricultor para predecir dichas densidades suprimiría las prácticas actuales de hacer aplicaciones profilácticas de molusquicidas o esperar síntomas de daño en plantas recién emergidas para comprar y aplicar productos. De esta forma un agricultor tiene más opciones en cuanto a métodos y época de combate. Inclusive, si pudiera predecir infestaciones con mucha anticipación, le sería posible combatir la babosa efectivamente antes de la siembra de frijol.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 19 de setiembre de 1985. Se agradece la ayuda de los estudiantes de la IAP y la cooperación y sugerencias del profesorado, especialmente del Dr. Mario Contreras, las que fueron indispensables. El trabajo fue apoyado por el Fondo Simón Bolívar, el IICA, y el Proyecto Manejo Integrado de Plagas en Honduras (IAP-USAID).

\* Assistant Research Scientist, Department of Entomology and Nematology, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA.

\*\* Ex estudiante, Escuela Agrícola Panamericana. Dirección actual, Apartado No. 7368, Medellín, Colombia, S.A.

Para probar la factibilidad de hacer dichas predicciones los autores hicieron una serie de observaciones que establecen la relación que existe entre la densidad poblacional de la babosa durante el periodo de crecimiento de maíz y la densidad poblacional que encontraría un pequeño agricultor durante la época crítica en el crecimiento del cultivo de frijol. También, se hizo observaciones que ayudan a comprender el ciclo de vida y época de reproducción de la babosa durante la época lluviosa y el efecto de ciertos factores edáficos, diferentes plantas hospederas y prácticas agronómicas sobre la densidad poblacional de esta plaga.

### Materiales y métodos

El ensayo fue efectuado en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Se escogió cinco parcelas de 15 x 15 m. representativas de las condiciones de minifundio. A estas parcelas se les dio las prácticas de preparación tradicional de destonconado, limpia y quema de rastrojos. Se sembró entre el uno y el ocho de junio de 1981 la variedad Hondureño Planta Baja de maíz en posturas a 90 cm en cuadro y una densidad de 45 000 plantas/ha.

Se cuantificó la población de babosas después de la siembra de maíz y hasta tres semanas después de la siembra de frijol (semana 12), usando tres métodos, así: en primer lugar, cada 15 días se utilizó trampas de lata en que se colocó cebo envenado compuesto por afrecho de trigo, melaza, cerveza y trichlorfon. Las trampas fueron colocadas a las 17:00 horas, contándose al día siguiente las babosas capturadas durante la noche y retirándose el cebo después del conteo. En cada parcela se colocó ocho trampas de lata enterrada y cubiertas con una teja de barro, cuatro en el centro y cuatro en la periferia (Fig. 1).

En segundo lugar se utilizó el marco de madera, con el que se realizó cada semana, y entre las 20:00 y 22:00 horas, conteos de babosas expuestas en 16 m<sup>2</sup> de cada parcela. Se tomó las muestras en ocho sitios distribuidos equidistantemente en el centro y periferia de cada parcela.

En tercer lugar se cuantificó cada semana, y entre las 8:00 y 10:00 horas, la densidad de babosas presente en el suelo en 8 m<sup>2</sup> de cada parcela, en ocho sitios diferentes distribuidos como se indicó arriba, y removiendo el suelo hasta una profundidad de cinco centímetros. En todos los métodos de cuantificación se enfatizó la búsqueda de miembros pertenecientes a posibles nuevas generaciones que pudiera aparecer.

Se deshirió con azadón entre la quinta y sexta semanas después de la siembra. Inmediatamente des-

pués de deshierbar por segunda vez a las 16 semanas se dobló el maíz y se sacó el rastrojo resultante. El traslape con frijol se hizo en la semana siguiente de doblar el maíz, continuando con las muestras por tres semanas más, o sea la época de establecimiento y mayor susceptibilidad de frijol.

### Resultados y discusión

En la Fig. 2A, B y C, se presenta el número de babosas encontrado en cada fecha para los tres métodos de muestreo y en la Fig. 2D la precipitación semanal durante el ensayo. Se registró densidades poblacionales más altas en las parcelas ubicadas cerca de riachuelos, en suelos pesados con mucha materia orgánica y donde predominan malezas de hoja ancha. Durante el ensayo se observó que las babosas se alimentan vorazmente de *Commelina* spp. Muy pocas babosas fueron encontradas en parcelas con abundancia de gramíneas y suelo arenoso con poco contenido de materia orgánica.

Las gráficas muestran ciertas tendencias en la dinámica poblacional del molusco. Por unas 10 semanas hubo muy poco aumento en la población, pero entre las semanas 11 y 14 se observó un aumento drástico en varias parcelas. Dicho aumento fue asociado con lluvias fuertes y continuas, el cierre del follaje del maíz y la aparición de una generación nueva de babosas. Esta nueva generación fue progenie de los adultos que emergieron con el inicio de la época lluviosa. La

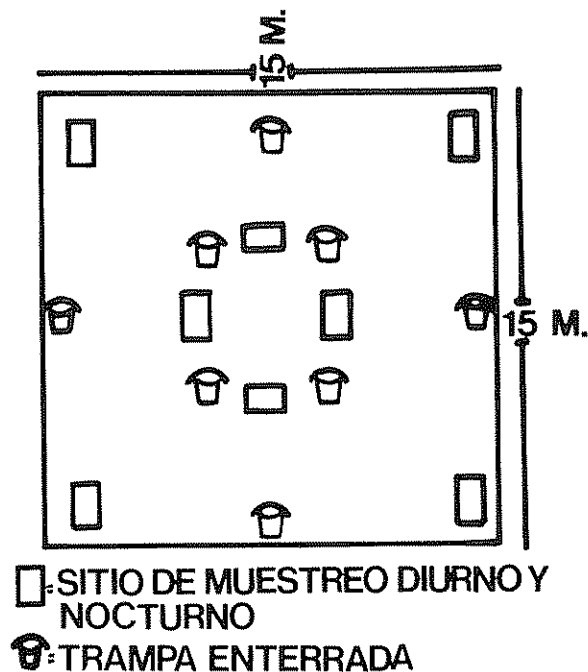


Fig. 1. Plano de un lote donde se estudió la dinámica poblacional de la babosa, *Agrius plebeius*. El Zamorano, Honduras. Junio - Octubre, 1981.

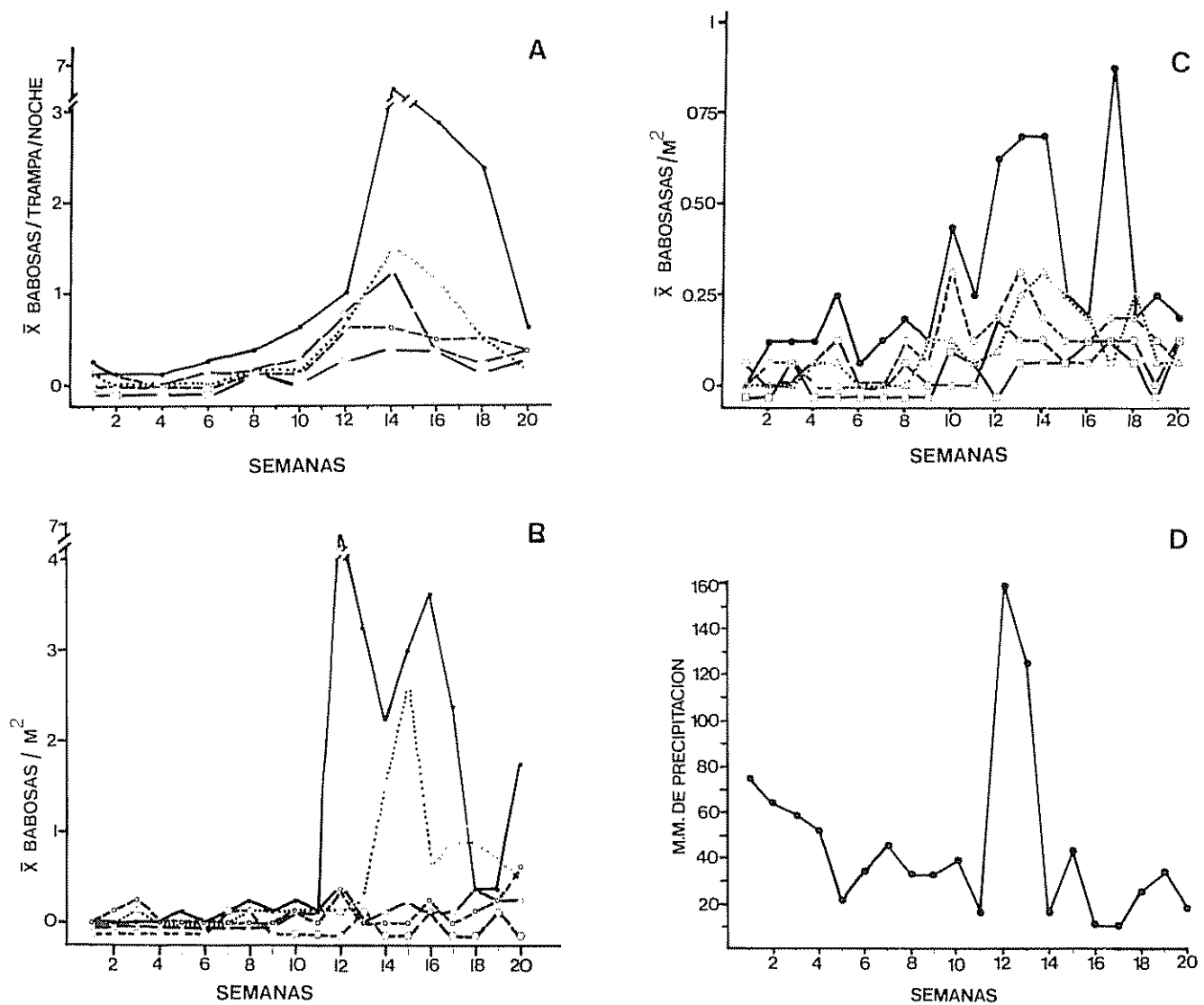


Fig. 2 La densidad poblacional de la babosa, *Agriolimax plebeius* en cinco lotes de maíz - frijol en relevo determinada por A) trampas de lata enterrada, B) conteos directos nocturnos y C) conteos directos diurnos en D) se presentan datos de precipitación semanal durante el período del ensayo. El Zamorano, Honduras Junio - Octubre, 1981.

dobra del maíz y el deshierbe de los lotes interrumpió e invirtió el crecimiento de las poblaciones; subsiguientemente las poblaciones no alcanzaron sus niveles anteriores. Los cambios antes mencionados tienen sentido si se considera los hábitos y requisitos de la especie, especialmente su requerimiento de un ambiente con sombra, humedad, temperaturas moderadas y escondites. La preparación de los lotes para la siembra de frijol reduce la propensión del lote al ataque de la babosa.

Además de la aparición de una generación en agosto, surgió otra en octubre - noviembre; o sea que,

bajo condiciones locales, la babosa parece tener dos generaciones nuevas por año. Una generación requiere aproximadamente 2.5 a tres meses para madurar.

De las 213 babosas encontradas en las trampas, 64% fue recolectado en las trampas cercanas a las orillas de los lotes. Esta distribución no uniforme fue muy pronunciada especialmente en las semanas 14-20, indicando una posible inmigración desde los alrededores hacia los lotes. Lo anterior concuerda con lo observado en los lotes de los agricultores en donde frecuentemente el daño está concentrado en los bordes de los campos.



Se evaluó el valor predictivo de los tres métodos de muestreo usando análisis de correlación. Bajos coeficientes de correlación y la falta de significación de los mismos indicaron que los conteos directos nocturnos y diurnos llevados a cabo en semanas 10-16 no tenían mucho valor predictivo en cuanto a la infestación presente en la semana 18. En cambio los números de babosas atrapadas en las trampas durante las semanas 8, 10, 14 y 16 fueron altamente correlacionados con los números atrapados en la semana 18. Todas estas correlaciones fueron significativas a 0.1 ó 0.5 nivel de probabilidad. La correlación para la semana 12 ( $r = 0.78$ ) fue la más baja pero fue casi significativa al 0.5 nivel de probabilidad. Estos resultados indican que habría sido factible predecir la intensidad relativa de ataque en los lotes hasta con 10 semanas de anticipación.

Si estos resultados son repetibles en otras áreas y otros años, será posible, eventualmente, determinar la necesidad de combate de la babosa y llevar a cabo medidas de supresión un mes o más antes de la siembra.

#### Literatura citada

- 1 ANDREWS, K. L. 1983. Una trampa para determinar la densidad poblacional de la babosa, *Vaginulus plebeius*, plaga de frijol común. Turrialba 33(2):209-211.
- 2 ANDREWS, K. L.; HUEZO DE MIRA, A. 1983. Relación entre densidad poblacional de la babosa, *Vaginulus plebeius*, y el daño en frijol común *Phaseolus vulgaris*. Turrialba 33(2):165-168.

## Reseña de libros

GUROVICH, L.A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. IICA. 1985. 433 p.

This book was organized from lectures prepared by Dr. Gurovich for university level courses in soil physics and irrigation. The author points out that development in the field of irrigation over the past 40 years has emphasized construction of storage, control and delivery structures with little attention given to water management at the farm level. Production has often been disappointing in large irrigation districts in relation to goals established during the planning stages due to this limited or misplaced emphasis.

As the title indicates, the focus of the book is on fundamentals and design of irrigation systems. From initial statements on historical and current perspectives on irrigation, the book progresses through traditional water management topics such as the hydrologic cycle, water quality, soil physical properties and evapotranspiration in building a foundation for understanding irrigation principals and system design. The book is well illustrated and relies heavily on equations in describing these concepts. Useful data on crops, soils and climate are also provided.

The final five chapters of the book are concerned with selection and design of water application systems, including surface, sprinkler and trickle types. This portion of the book makes use of appropriate equations and other information presented in earlier sections for selection and development of a particular system according to defined circumstances. Advantages and disadvantages of each method are discussed together with economic considerations. Both resource and equipment inventories are listed to serve as guidelines for system design. Sample problems are also utilized in this manner. Questions and topics for further study listed at the end of each chapter will insure relevance of the material covered to enterprising students and others who care to pursue subjects beyond the covers of the book.

**Fundamentos y Diseño de Sistemas de Riego** represents a valuable addition to water management literature of Latin America. It will be highly useful as a textbook for university classes dealing with irrigation and drainage. The book combines the insight and experience of Dr. Gurovich with works of other well known specialists in the field. It will also serve as an important reference in libraries of practicing irrigation agronomists and engineers active in water management districts throughout the region.

TOM M. FULLERTON  
REGIONAL AGRONOMIST  
ORANGE CITY, FLORIDA 215 EAST MICHIGAN  
AVENUE, USA

VARIABILIDAD EN LAS POBLACIONES DE TIQUISQUE MORADO (*Xanthosoma violaceum*)  
EN RELACION CON EL MATERIAL DE PROPAGACION. II. PESO, PREBROTACION Y  
SECCIONAMIENTO DEL PROPAGULO<sup>1</sup> /

---

J. A. SOTO\*  
J. A. ARZE\*\*

### Summary

*The objective of the second phase of this study was to evaluate the effects of different forms of seed material for this tuber on uniformity of establishment and yield. The factors studied were the weight of the propagule (main corm of 1500 g and lateral cormels of 300 g), presence or absence of presprouting, and different techniques of sectioning (whole corm or cormel, haphazard small piece, transversely in apical, central, or basal sections; longitudinally in halves or quarters). Treatments were arranged in a 2 x 2 x 7 factorial in a split plot design with three replications.*

*The emergence and growth of the plant and the yield of corms and cormels increased with a heavier propagule, the use of main corm sections and the presprouting of the propagule. The effect of the presprouting treatments was even more important in the propagation material made from small pieces of the main corm and from sections of lateral cormels without an apical bud.*

*By grouping the propagating material by weight, type, sectioning and presprouting the variability in the growth of the plants and the yield of corms and cormels was reduced in comparison with that obtained by growers not using this system.*

*Presprouted small pieces of main corm showed the highest relation between commercial yield and the quantity of the propagation material required.*

### Introducción

**E**ste trabajo comprende la segunda parte de la investigación establecida con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes factores del material de propagación sobre la uniformidad morfológica en las poblaciones de tiquisque morado. Se considera el efecto del peso, prebrotación y seccionamiento de los propágulos.

### Metodología

Se describe únicamente los aspectos metodológicos que difieren de la primera parte de la investigación.

Los factores evaluados fueron: peso del propágulo con dos categorías, corno principal de 1500 g y cormelo lateral de 300 g; prebrotación del material de propagación, con y sin; seccionamientos de cormos y cormelos de propagación con siete categorías: secciones transversales (apical, media y basal), secciones longitudinales (mitad y cuartos), corno o cormelo entero, y secciones pedazos (Fig. 1). El peso promedio de cada uno de los propágulos se presenta en el Cuadro 1.

Para la prebrotación se colocó el material de propagación en condiciones de sombra, alta temperatura

---

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 14 de julio de 1985

\* Egresado del Sistema de Estudios de Posgrado UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\* Fisiólogo vegetal, Departamento de Producción Vegetal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica

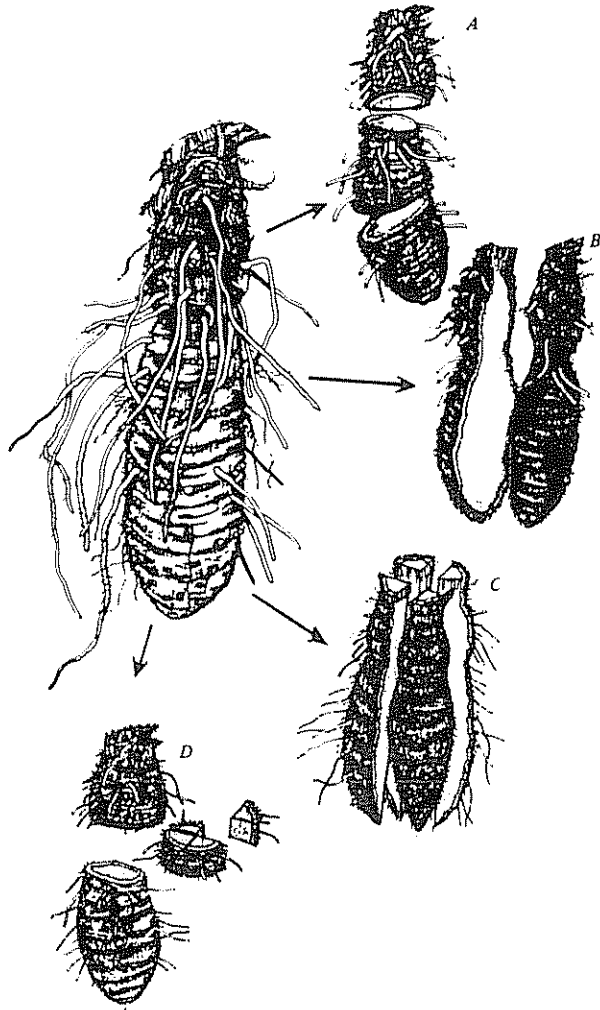


Fig. 1 Tipos de seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*)  
A: transversal, B: longitudinal mitad, C: longitudinal cuartos, D: pedazos

y alta humedad relativa por 10 días. Los seccionamientos se hicieron tomando como referencia el eje principal del cormo o cormelo transversalmente en tres y longitudinalmente en dos o cuatro segmentos. El término pedazos se refiere al seccionamiento en forma transversal y longitudinal para obtener aproximadamente 10 propágulos por cormo principal y siete u ocho por cormelo lateral.

Los tratamientos fueron ordenados en un factorial  $2 \times 2 \times 7$  dentro de un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. A las parcelas grandes, que fueron cuatro, correspondieron los factores peso y prebrotación del propágulo, cada uno con dos categorías. A la parcela pequeña correspondió el factor seccionamiento que tiene siete categorías.

## Resultados y discusión

### Emergencia total de plantas

El peso, la prebrotación y el seccionamiento de cormos o cormelos de propagación influyeron conjuntamente sobre la emergencia de plantas de tiquisque morado.

En promedio el cormo principal produjo mayor número de plantas emergidas y mostró menos variabilidad entre las diferentes secciones evaluadas, en comparación con el número de plantas que emergió de los cormelos laterales (Fig. 2).

Para los tratamientos de propágulo de cormo principal entero y seccionado la prebrotación incrementó la emergencia de plantas únicamente en las secciones longitudinales "mitad" y "cuartos", lo mismo que en la sección "pedazos" (Fig. 2). En el cormo principal las yemas son grandes y de buen vigor; sin embargo, las secciones mencionadas tienen un área de corteza pequeño con pocas yemas, y la prebrotación posiblemente incrementó su probabilidad de emergencia.

En el cormelo lateral la prebrotación del material de siembra incrementó el número de plantas emergidas en la mayoría de los propágulos, excepto en los tratamientos cormo entero y sección transversal apical, los que tienen en común la dominancia apical, producto de la presencia de yema terminal con buen vigor de emergencia. Las demás yemas del cormelo lateral están menos desarrolladas y por lo tanto, al plantar propágulos sin prebrotar existe más probabilidad de que no emerjan o de que al brotar requiera más tiempo para salir.

Cuadro 1. Peso promedio de los cormos y cormelos, y secciones de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) usados como propágulos.

Seccionamiento	Sección	Peso promedio (g)	
		Cormo principal	Cormo lateral
	entero	1 530	299
Transversal	apical	421	129
Transversal	media	645	109
Transversal	basal	464	58
Longitudinal	mitad	760	148
Longitudinal	cuarto	381	73
Transversal y longitudinal	pedazos	150	38

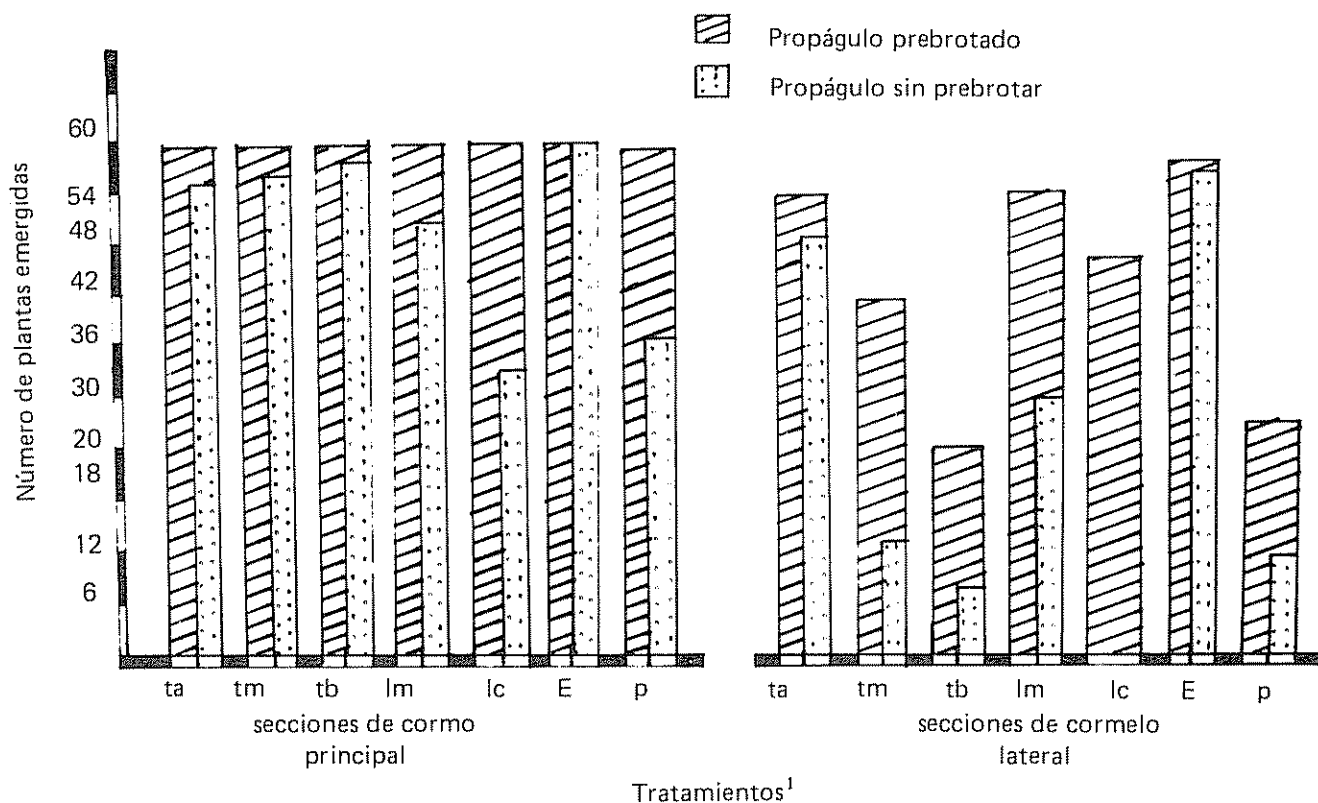


Fig 2 Interacción del peso, prebotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación sobre la emergencia de plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*)

1 ta, tm y tb = secciones transversales apical, media y basal; lm y lc = secciones longitudinales mitad y cuarto; E = entero y p = sección pedazos

Con el tipo de seccionamiento transversal existe una gradiente de emergencia decreciente desde el ápice (sección apical) hacia la base del cormo (secciones media y basal). Posiblemente ésta sea la respuesta a la menor dormancia de yemas apicales

Es importante observar que el tratamiento "pedazos" de cormo principal (comúnmente utilizado por el agricultor en Costa Rica) con prebotación, y los de cormelo lateral: transversal apical, entero y longitudinal mitad, prebotados, tienen una emergencia de plantas semejantes al cormo principal entero.

#### Energía de emergencia

La representación de energía de emergencia se subdividió por factores para lograr mejor conceptualización (Fig. 3)

El factor peso de propágulo tuvo influencia en esta variable. En el cormo principal los valores máximos

de plantas emergidas fueron logrados en un menor tiempo, en comparación con los cormelos laterales. Este resultado es el efecto directo del mayor tamaño y vigor de las yemas del cormo principal.

Un efecto similar al de peso de propágulo se presentó con el factor prebotación. Las yemas del material de propagación prebotado están en un estado de crecimiento fisiológico más avanzado, ya que han recibido estímulos desde antes, lo que les permite tomar ventaja en la brotación (Fig. 3).

El seccionamiento del cormo y cormelo de propagación también produjo diferencias de energía de emergencia. En ambos pesos de propágulo los tratamientos "entero" y "sección transversal apical" emergieron más aceleradamente y alcanzaron los valores de emergencia mayores en un tiempo más corto, calificando la energía de emergencia como "excelente" en el cormo principal y "buena" en el cormelo lateral. Este resultado se explica por la presencia de dominan-

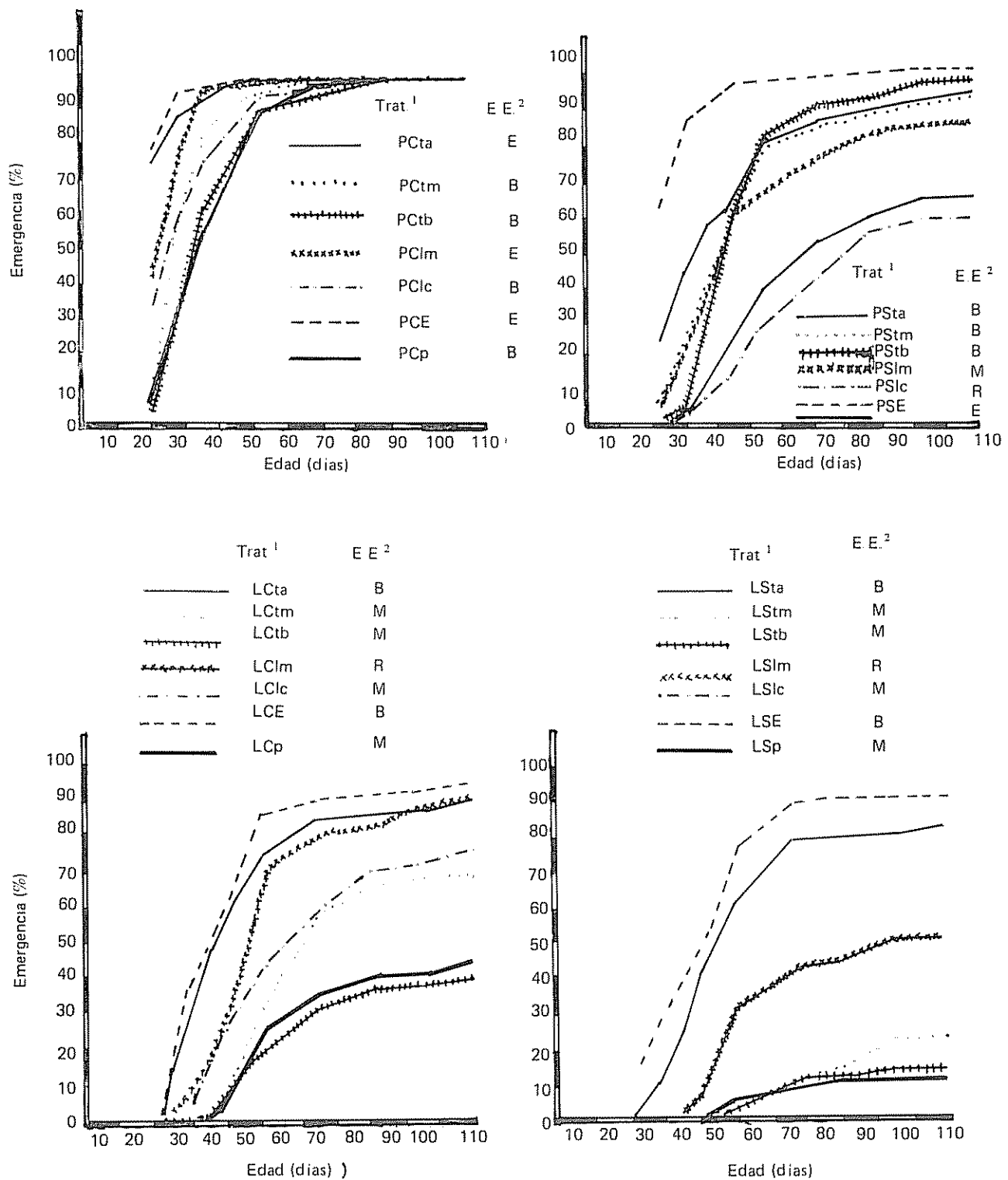


Fig. 3 Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación, y seccionamiento del corno y cornelo de propagación  
 1 P = corno principal; L = cornelo lateral; C = con prebrotación; S = sin prebrotación; ta, tm, tb = secciones transversales apical, media y basal; l m y l c = secciones longitudinales mitad y cuarto; E = entero; p = sección pedazos  
 2 Energía de emergencia

cia apical ejercido por la yema terminal en esos tratamientos de seccionamiento. Las demás secciones del cormo principal prebrotado: transversales media y basal; longitudinales mitad y cuartos; pedazos; y las secciones transversales media y basal del mismo cormo sin prebrotar, presentaron "buena" energía de brotación. Para los otros tratamientos la energía de brotación es a lo más "regular", posiblemente por un menor desarrollo y vigor de las yemas (Fig. 3).

#### Area foliar

El área foliar desarrollada por las plantas se afectó por la combinación del peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

Las plantas provenientes de propágulos de cormo principal produjeron mayor área foliar durante gran parte del ciclo de crecimiento en relación con las plantas de propágulos de cormelo lateral.

Para el propágulo de cormo principal, el crecimiento foliar de las plantas del tratamiento "cormo entero" fue más acelerado que en los tratamientos "secciones transversales apical, media, basal y longitudinal mitad" durante los primeros 180 días, lo que condujo que a partir de los 210 días el follaje fuera mayor en estos últimos. La sección "longitudinal cuarto" desarrolló plantas con menor área foliar y el incremento del follaje se extendió hasta el día 270, fecha en la que las plantas de los demás tratamientos ya habían llegado a los valores mínimos de producción de follaje. La sección "pedazos" de este mismo cormo principal produjo plantas con muy poca área foliar, inclusive menor que varios de los tratamientos del cormelo lateral como "entero" y "transversal apical".

Para el cormelo lateral existe la misma estratificación en el desarrollo foliar de las plantas de las diferentes secciones de propágulo que se produjo en el cormo principal. Sin embargo, el comportamiento del crecimiento foliar es diferente en relación con el tiempo, ya que se produce un ascenso muy lento desde la emergencia hasta el día 210 en los tratamientos "entero", transversal apical y longitudinal mitad" y hasta los 240 días en "transversales media y basal, longitudinal cuarto y pedazos". A partir de esta fecha el desarrollo del follaje es similar a las secciones del cormo principal.

Con base en la descripción del desarrollo del follaje de las plantas es posible inferir que las secciones que abarquen las partes superiores del cormo principal producen mayor crecimiento aéreo. Las demás secciones reducen el rendimiento de follaje y alargan el ciclo del cultivo. Esta es una consecuencia a largo plazo del resultado obtenido en las variables "emergencia" y "energía de emergencia" discutidas antes.

El efecto de la prebrotación sobre el desarrollo foliar se hizo evidente en los tratamientos de propágulo que no incluyen yemas apicales como las secciones "transversal media, longitudinal mitad y cuarto, y pedazos", posiblemente como resultado del incremento en la emergencia y en la energía de emergencia que permitió producir plantas más vigorosas.

La interacción del peso, seccionamiento y prebrotación del material de propagación resultó significativa según el análisis de varianza al 0.05.

#### Longitud del pecíolo más alto

El crecimiento de los pecíolos de las plantas de tiquisque en cada tratamiento evaluado siguió un comportamiento similar al descrito para el área foliar.

#### Rendimiento de cormos y cormelos

El peso, prebrotación y seccionamiento del propágulo no afectaron el rendimiento total de cormos y cormelos en forma combinada, aunque sí se produjo efecto del peso y del seccionamiento de manera independiente.

Las plantas provenientes de propágulo de cormo principal originaron mayor rendimiento total en comparación con las plantas de cormelo lateral (Cuadro 2). Este resultado se debe posiblemente al mejor desarrollo y mayor vigor de las yemas en el cormo principal, aunque también contribuye la característica que tiene el cormo principal de producir cormelos laterales directamente de sus yemas, mientras que en los propágulos de cormelo lateral las yemas primero originan un cormo "tipo principal" y de éste surgen los cormelos laterales. La diferencia en rendimiento total entre ambos pesos de propágulo fue significativamente diferente según el análisis de varianza al 0.05.

Con los tratamientos de seccionamiento del cormo o cormelo de propagación, los propágulos "enteros" produjeron mayor peso total de cormos y cormelos en comparación con el resto de las secciones del propágulo. Las plantas provenientes de la sección "pedazos" presentaron la menor producción en peso de cormos totales. La prueba de Duncan al 0.05 no indicó diferencias entre estas secciones propágulo en relación con las demás.

Entre las secciones del cormo principal con o sin prebrotar el rendimiento de cormos y cormelos es similar, excepto para la sección "pedazos"; pero entre las secciones del cormelo lateral el rendimiento de los propágulos prebrotados es bastante superior a los no prebrotados, aunque en el análisis de varianza no se registró diferencia significativa en cuanto a rendi-

Cuadro 2. Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

Tratamientos <sup>1</sup>	Materia seca - kg/ha <sup>4</sup>				
	Primera	Segunda	Para propagación	No comercial	Total
P	379	1 744* <sup>2</sup>	4 092*	1 564*	8 087*
L	118	497	1 410	974	3 000
C	297	1 262	2 913	1 610	6 082
S	200	979	2 590	1 236	5 005
ta	374a <sup>3</sup>	1 395ab	3 026ab	1 779ab	6 574ab
tm	174b	882bc	2 405bc	1 015de	4 477bc
tb	323b	964bc	2 882bc	1 405bcd	5 523ab
lm	287b	1 272ab	2 426ab	1 559abc	4 544ab
lc	179b	933bc	2 385bc	1 210bcde	4 708bc
E	308b	1 856a	4 041a	2 174a	8 379a
p	154b	544c	641c	826c	2 169c

1 P = cormo principal; L = cormelo lateral; C = con prebrotación; S = sin prebrotación; ta, tm y tb = secciones transversales apical, media y basal; lm y lc = secciones longitudinales mitad y cuarto; E = entero; p = sección pedazos

2 Diferencia significativa al 0.05 según el análisis de varianza

3 Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0.05

4 Promedio de tres repeticiones.

miento debido a la prebrotación del material de propagación (Fig. 4). Es posible considerar que el efecto debido a la prebrotación está enmascarado (oculto) por las diferencias en el rendimiento producidas por los pesos y seccionamiento del cormo evaluados. Para apoyar esta aseveración se hizo dos pruebas de contraste, entre secciones con y sin prebrotación para cormo principal y cormelo lateral, las que permitieron determinar la superioridad significativa en el rendimiento de cormos y cormelos total en plantas que provienen de secciones de cormelo lateral prebrotado respecto al no prebrotado, y la poca importancia de este factor para las secciones de cormo principal.

Generalmente el material de propagación de tiquisque morado primero desarrolla, a partir de sus yemas, estructuras semejantes a un cormo principal y de estos se producen los cormelos laterales. Sin embargo, por observación de las plantas en el campo se encontró que el cormo principal tiene la propiedad de producir cormelos laterales directamente de sus yemas. Es factible que esta característica esté ligada al estado de tamaño (dominancia) y dormancia de las yemas; por lo tanto disminuye en las secciones basales del cormo principal, produciéndose en ellos las estructuras de cormo principal mencionadas.

Cuando el material de propagación no fue prebrotado, los tratamientos: cormo o cormelo entero, sec-

ción transversal apical y longitudinal mitad, tendieron a producir mayor número de cormos para propagación en relación con los demás tratamientos. En el material prebrotado los tratamientos cormo o cormelo entero y sección longitudinal mitad mantuvieron la misma tendencia que cuando no se prebrotó, pero en las secciones transversales el efecto se invirtió y la sección basal fue la que mayor número de cormos para propagación produjo.

#### Variabilidad

Para las variables "área foliar, longitud y peciolo y rendimiento de cormos y cormelos" estudiadas, los coeficientes de variación fueron más elevados con los propágulos de cormelo lateral en comparación con los de cormo principal (Cuadro 3)

En los propágulos en que la yema terminal está presente como los tratamientos entero, sección transversal apical y longitudinal mitad, la variabilidad tiende a disminuirse en relación con los otros tratamientos de seccionamiento.

El tipo de propágulo utilizado por los productores en Costa Rica corresponde a porciones pequeñas seccionadas en forma longitudinal y transversal respecto al eje vertical del cormo, de manera que existen pedazos con yemas de las porciones apicales, intermedias

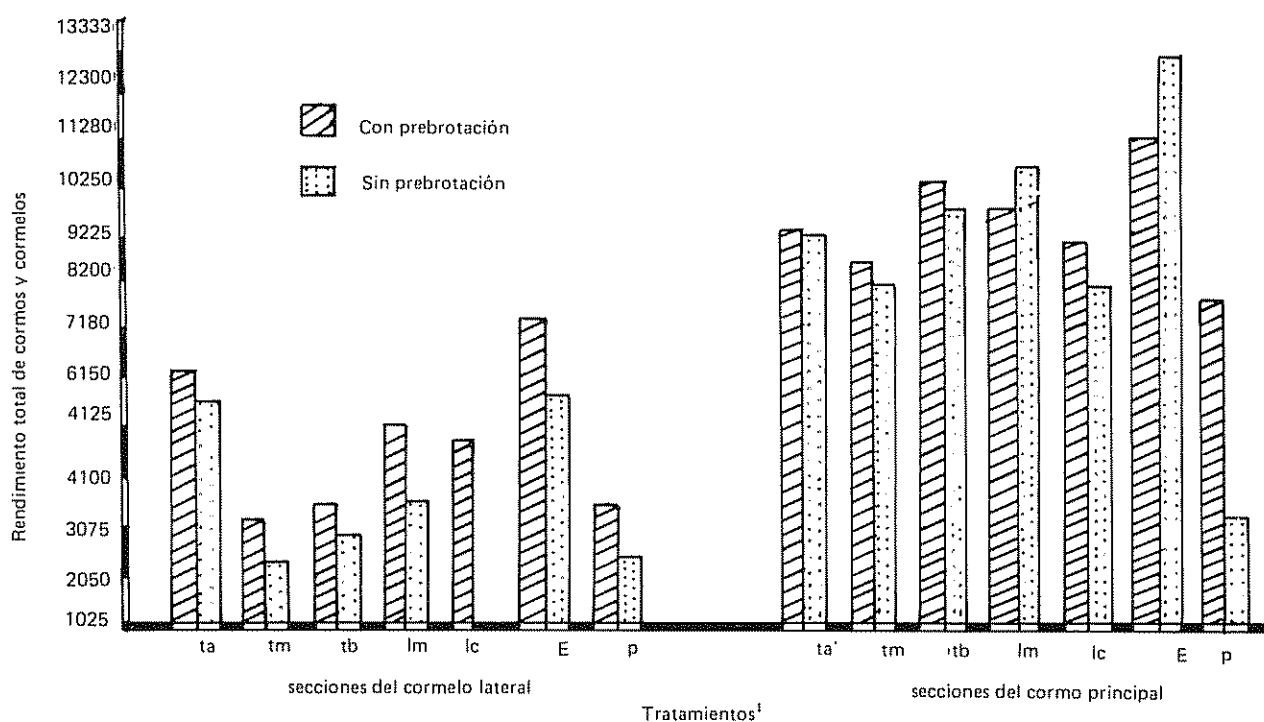


Fig 4. Rendimiento total de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación  
 1 ta, tm y tb = secciones transversales apical, media y basal; 1 m y 1 c = secciones longitudinales mitad y cuarto; E = entero; p = sección pedazos

y basales en una misma población, incrementando por lo tanto la variabilidad entre las plantas. Este tratamiento de material de propagación produjo la mayor variabilidad para todas las variables evaluadas (Cuadro 3). Posiblemente, si las secciones "pedazos" se agruparan por su posición en el corno, la variabilidad de la población resultante sea semejante a las demás secciones del corno principal

La prebrotación del material de propagación también reduce la variabilidad presentada en las poblaciones de tiquisque morado en relación con el crecimiento de las plantas y el rendimiento de cormos y cormelos. El ejemplo más evidente lo ofrece el mismo tratamiento "pedazos" de corno principal, en donde al prebrotar el material los coeficientes de variación disminuyeron en más de 50% para todas las variables evaluadas.

Estos resultados discutidos indican que la agrupación del material de propagación por peso y tipo de sección reducen la no uniformidad que por lo general se presenta en las poblaciones de tiquisque morado, y permiten seleccionar las secciones de corno principal con prebrotación como las de menor variabilidad.

#### Producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación

La relación entre la producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación fue mayor con el uso de propágulos de cormelo lateral entero en comparación con el corno principal entero. Sin embargo, cuando se seccionó los cormos y cormelos de propagación, la relación se invirtió y fue mayor en las secciones del corno principal (Cuadro 4)

Cualquiera que sea el tipo de propágulo, la prebrotación aumentó la relación entre la producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación. El propágulo más eficiente en la producción de materia seca por unidad de material de propagación fue "pedazos" de corno principal con prebrotación.

Con un análisis de beneficio-costos, considerando únicamente el insumo material de propagación y la producción de cormos y cormelos de calidad comercial, las secciones "pedazos, transversal apical, transversal media y longitudinal cuarto" de corno principal prebrotado, presentaron los beneficios netos más altos (Cuadro 5)



Cuadro 3. Coeficiente de variación (%) para las variables área foliar, longitud de peciolo y rendimiento comercial categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

Tratamiento <sup>1</sup>	Área foliar	Long. peciolo	Rendimiento comercial		
			Primera	Segunda	Para Propagación
P	76 <sup>6</sup>	28	51	54	36
L	97	48	165 <sup>3</sup>	188 <sup>4</sup>	121 <sup>5</sup>
C	79	32	145	101	61
S	94	45	145 <sup>3</sup>	126 <sup>4</sup>	92 <sup>5</sup>
ta	82	30	62	62	45
tm	91	41	204 <sup>3</sup>	197 <sup>4</sup>	113
tb	91	40	218	118	76
lm	72	29	90	88	55
lc	79 <sup>2</sup>	39 <sup>2</sup>	206 <sup>3</sup>	63 <sup>4</sup>	45 <sup>5</sup>
E	82	29	60	53	42
p	95	50	267 <sup>3</sup>	258 <sup>4</sup>	155 <sup>5</sup>

1 P = cormo principal; L = cormelo lateral; C = con prebrotación; S = sin prebrotación; ta, tm y tb = secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc = secciones longitudinales mitad y cuartos; E = cormo o cormelo entero; p = sección pedazos

2 En el tratamiento LSlc no hubo crecimiento de plantas

3 En los tratamientos LCp, LStm, LSlc y LSp no hubo producción de cormelos de primera

4 En los tratamientos LCtm, LSlc, LSp no hubo producción de cormelos de segunda

5 En el tratamiento LSlc no hubo producción de cormos para propagación.

6 Promedio de 36 plantas (repeticiones)

Cuadro 4. Relación entre el rendimiento comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) con la cantidad de material de propagación requerido.

Tratamiento <sup>1</sup>	Rend. comercial kg m s/ha	Material de propag. kg m s/ha	Rend. comercial/material de propagación
P	5 756	3 395	1 70
L	2 063	715	2 89
C	4 471	2 055	2 18
S	3 814	2 055	1 86
ta	4 804	1 544	3 11
tm	3 455	2 105	1 64
tb	4 116	1 454	2 83
lm	4 695	2 557	1 84
lc	3 494	1 280	2 73
E	6 350	5 115	1 24
p	2 081	331	6 29

1 P = cormo principal; L = cormelo lateral; C = con prebrotación; S = sin prebrotación; ta, tm y tb = secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc = secciones longitudinales mitad y cuartos; E = cormo o cormelo entero; p = sección pedazos

Considerando algunos otros insumos incluidos en el establecimiento del cultivo como volumen de material a transportar, manejo y distribución en el campo, profundidad de hoyo, entre otros, el tratamiento "sección pedazos" de cormo principal con prebrota-

ción es el más apropiado desde el punto de vista económico. Otros aspectos a favor de este tratamiento son la posibilidad de reducir la variabilidad que presentó por agrupación de los pedazos con base en su posición en el cormo, además de la posibilidad de

incrementar el rendimiento por aumento de la población de plantas por unidad de área de suelo, ya que las plantas provenientes de pedazos de cormo tuvieron un tamaño y desarrollo foliar menor

### Conclusiones

1. La emergencia y crecimiento de las plantas, y el rendimiento de cormos y cormelos, se incrementó con el aumento en el peso del propágulo, con el uso de secciones de cormo principal como material de propagación y la prebrotación del mismo.
2. La prebrotación incrementó el rendimiento de cormos y cormelos principalmente cuando se utilizan
3. La agrupación del material de propagación por peso, seccionamiento y prebrotación redujo la variabilidad del crecimiento de las plantas y del rendimiento de cormos y cormelos respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.
4. Las secciones de cormo principal prebrotado de menor peso, "pedazos", presentaron los mayores valores de la relación entre el rendimiento de cormos y cormelos respecto a la cantidad de material de propagación requerido.

Cuadro 5. Análisis de beneficio costo parcial para tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) basado en el material de propagación requerido y el rendimiento producido<sup>1</sup>.

Tratamientos <sup>2</sup>	Valor del rendimiento comercial (¢)/ha <sup>3</sup>	Material de propagación requerido (kg/ha) <sup>3</sup>	Valor del material de propagación (¢/ha) <sup>4</sup>	Beneficio comercial neto (¢/ha) <sup>4</sup>
PC ta	162 556	6 477	56 350	106 206
PC tm	151 377	9 923	86 330	65 047
PC tb	175 242	7 138	62 101	113 141
PC lm	164 619	11 785	102 530	62 089
PC lc	147 608	5 892	51 260	96 348
PC E	198 052	23 569	205 050	- 6 998
PC p	122 826	1 231	10 710	112 116
PS ta	148 722	6 477	56 350	92 373
PS tm	141 100	9 923	86 330	54 770
PS tb	160 508	7 138	62 101	98 407
PS lm	184 675	11 785	102 530	82 145
PS lc	133 604	5 892	51 260	82 344
PS E	231 760	23 569	205 050	26 710
PS p	34 425	1 231	10 710	23 715
LC ta	80 090	1 985	19 418	60 672
LC tm	29 805	1 677	16 405	13 400
LC tb	40 993	892	8 726	32 267
LC lm	72 438	2 300	22 500	49 938
LC lc	64 843	1 150	11 250	53 593
LC E	103 963	4 600	45 000	58 963
LC p	37 241	585	5 723	31 518
LS ta	84 711	1 985	19 418	65 293
LS tm	19 723	1 677	16 405	3 318
LS tb	30 442	892	8 726	21 716
LS lm	43 383	2 300	22 500	20 883
LS E	81 412	1 150	11 250	-11 250
LS p	11 163	585	5 723	5 440

1 No considera insumos de manejo agronómico del cultivo

2 P = cormo principal; L = cormelo lateral; C = con prebrotación; S = sin prebrotación; ta, tm y tb = secciones transversales, apical, media y basal respectivamente; lm y lc = secciones longitudinales mitad y cuarto; E = entero; p = sección pedazos

3 Peso fresco

4 ¢1 00 = \$ 0 23

### Resumen

En la segunda fase de la investigación planteada, con el objetivo de evaluar el efecto de diversos aspectos del material de propagación de tiquisque morado sobre la no uniformidad en el establecimiento del cultivo y en los componentes de rendimiento, los factores estudiados fueron: el peso del propágulo, cormo principal de 1 500 g y cormelo lateral de 300 g; la prebrotación del material, con y sin; y el seccionamiento del cormo o cormelo: transversalmente en tres secciones —apical, media y basal; longitudinalmente en dos — mitad y cuartos; pedazos; y cormo o cormelo entero. Los tratamientos se ordenaron en un factorial  $2 \times 2 \times 7$  dentro de un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones.

La emergencia y el crecimiento de las plantas, lo mismo que el rendimiento de cormos y cormelos se incrementó con el aumento del peso del propágulo, el uso de secciones de cormo principal y la prebrotación del propágulo. El efecto de la prebrotación

fue más importante en el material de propagación proveniente de "pedazos" de cormo principal y de secciones de cormelo lateral sin yemas terminales.

La agrupación del material de propagación por peso, tipo, seccionamiento y prebrotación, redujo variabilidad en el crecimiento de las plantas y en el rendimiento de cormos y cormelos, en comparación con el material de propagación usado comúnmente por los productores.

Los "pedazos" de cormo principal prebrotados mostraron la relación más alta entre el rendimiento comercial de cormos y cormelos, y la cantidad de material de propagación requerida.

### Literatura citada

Véase la primera parte de la investigación (Variabilidad en las poblaciones de tiquisque morado I.

### Resumen

*Este trabajo comienza con una breve descripción de los principales insumos de los sistemas de producción de alimentos y discute su disponibilidad en el futuro. A este panorama se opondrá una descripción de las perspectivas en la demanda mundial de alimentos. Se enfatiza más la calidad que la cantidad de alimentos necesarios para satisfacer los requerimientos de las próximas décadas*

*Se comparan los distintos sistemas de producción de alimentos desde el punto de vista energético. Así surgen los sistemas de producción de granos como los más eficientes y los sistemas de producción animal como los menos eficientes. Se distingue entre los sistemas de producción animal que no usan alimentos utilizables por el hombre (forraje) y aquellos que consumen recursos, como los granos, que de otra manera serían utilizables por el hombre y por lo tanto compiten con él. Se cuantifica esa competencia, y se resalta el papel del ganado como convertidor de forraje de baja calidad en proteína consumible por el hombre*

*Se comparan distintas técnicas de utilización de los pastizales, que son la principal fuente de este recurso de baja calidad. El agregado de energía de subsidio en forma de fertilizantes, herbicidas, semillas y otros determina un aumento en la producción pero una disminución en la eficiencia. Finalmente se compara la energía utilizada en la producción de alimentos con el consumo total de energía tanto en países en desarrollo como en aquellos desarrollados. Se concluye que en el futuro próximo las técnicas de producción de alimentos más eficientes en el uso de la energía de subsidios van a ser las más rentables económicamente. Probablemente se dependerá en gran medida de la producción de los pastizales naturales y será necesario desarrollar formas de aprovecharlos que sean eficientes en el uso de la energía*

### Introduction

**T**he food production system, whether national or worldwide, consists of several systems, such as the animal production system or the grain production system. Each has distinctive features regarding its inputs and products with respect to other food production systems.

The objective of this paper is to describe the characteristics of the production system from an

energy viewpoint and to define the role of animal production. This paper will briefly survey the characteristics and perspectives of the major inputs and outputs of the food production system in the world. It will compare the efficiency of different systems and will estimate the role of animal production and its different components in a future which presents serious constraints. Finally, the possibility of different range utilization techniques will be evaluated in light of the outlook for resource availability.

### Inputs of the food production system

From the viewpoint held in this paper, energy (including fertilizer, machinery, fuel and others), land and labor will be considered the prime resources used

<sup>1</sup> Received for publication on July 23, 1985

\* Departamento de Ecología - PROSAG, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

for crop and animal production. These factors are interrelated and each can be partly substituted for the others. For example, energy can be used to reduce the labor input, and viceversa. The land area needed to produce a certain amount of food can be reduced by increasing the intensity of land management through various energy inputs such as fertilizer and tractors. This approach can be reversed also.

Both arable land and fossil energy reserves are finite resources. Estimates of fossil energy reserves, mainly petroleum, vary among different authors. Pimentel *et al.* (15) mentioned that the known reserves of petroleum have been estimated to be 86 912 billion liters, which can be converted to 66 053 billion liters of fuel assuming 76 percent efficiency. The time these reserves will last depends directly on the rate of usage. Cook (2) pointed out that at the present rate of usage there is only a 50-year supply of gas and a 75-year supply of oil. Pimentel *et al.* (15) stated that the known world reserves of petroleum and natural gas are expected to be more than half depleted within the next 25 years. Their projection took into account the demand imposed by the increasing world population.

Nor does land, the other finite resource, face a very optimistic future. About three quarters of all human food comes from the world's cropland. Only 11 percent of the land surface is arable and naturally suitable for crop production. Although reclamation techniques every year put new areas under cultivation by means of drainage or irrigation, land lost to highways, urbanization and erosion processes greatly offset those efforts. Each year more than one million hectares of arable cropland are lost to highways, urbanization and other special uses (16). This loss is partially offset by the addition of 0.5 million hectares of newly developed cropland per year; thus the annual net loss is 0.5 million hectares of arable cropland. Since 1945, the total loss to highways, urbanization and other special uses in the United States alone was about 18 million hectares (16).

The other major source of cropland loss has been erosion. Large areas have been impaired and are no longer suitable for crop production, while others, still under production, have been degraded and lost productivity. According to Handler (5), during the last 200 years, at least one third of the topsoil on United States croplands has been lost. On the basis of erosion surveys and various soil surveys, he estimated that in 1935 erosion had already ruined approximately 40 million hectares for practical cultivation, and that 40 million additional hectares had lost from one-half to all their topsoil. Thus 80 million hectares in the United States were ruined or seriously deteri-

orated by soil erosion before 1940. Musto (10) estimated that 40 million hectares are subjected to different degrees of erosion in Argentina. Water erosion accounts for half of the affected area, and the figure grows at a rate of 160 000 hectares per year. Soil is not only lost, but also formed. According to Pimentel *et al.* (16), 3.7 tons of topsoil are formed per hectare per year, but the average annual loss of topsoil from agricultural land is estimated at 30 tons per hectare. This resulted in what he estimated as an annual gross transfer of 5 billion tons of soil to streams, with a corresponding serious impact on the habitat of those streams. The potential for producing food has been reduced 10 to 15 percent in 80 million hectares of United States croplands, according with the same author. Panigatti (13) reported a 25 percent decrease in crop production in 30 percent of the best farmlands of Argentina. Higher inputs of fossil energy are needed to offset the soil erosion loss on croplands.

Labor is the third resource used in the food production system. The world's population is now 4 billion, and is estimated to reach 16 billion for the year 2000 (19). A report of the National Academy of Science of the United States (11) has projected 7 billion for the same year. Reduction in death rates through effective public health measures, without a concurrent reduction of birthrates, is considered one of the prime causes of the rapid increase in population numbers. According to these data, labor will not be a scarce resource in the near future, and except in the highly developed countries, this resource will have a low opportunity cost.

### Outlook for food demand

Obviously, the rapid growth in the human population is resulting in an increased demand for food. Pimentel *et al.* (15) estimated that half a billion people are at present protein-calorie malnourished. At least a twofold increase in food will be needed to feed this rapidly expanding world population by the year 2000. Protein and calorie shortages in much of the world's population are resulting in poor growth and development and increased disease, particularly among children. Protein and calorie malnutrition are interrelated, because if the body has a calorie deficit, it will convert protein into calories; but the reverse does not occur. Protein has a very important role in human nutrition and is expected to be the first food substance to experience shortages (9). That means that the food production system should be analyzed not only from the viewpoint of the amount of product, but also in terms of the quality of production.

### Quality of animal-based food products

Protein in the diet must contain a minimal amount of each of the eight essential amino acids to meet the minimum daily needs of the human body. For this reason, animal proteins are of higher quality than plant proteins because they are composed of relatively large amounts of the eight essential amino acids required by man. Lofgren and Speckmann (8) pointed out that animal protein is higher in nutritional quality than plant protein, because the assortment and amount of amino acids in animal protein more closely match the needs of the human body. Eggs, milk and meat, for example, provide all the essential amino acids in a single source of protein food.

Vegetable proteins are of poorer quality than animal because most are deficient in one or two of the essential amino acids. By selecting combinations of cereals and other vegetable food sources and consuming large quantities, adults can obtain sufficient quantities of the essential amino acids to meet the daily needs of the body. However, other nutrients, such as vitamin B<sub>12</sub> and some of the essential trace minerals, may be lacking in a vegetarian diet. Pimentel *et al* (19) stated that, currently, calcium and iron represent two nutrients whose consumption frequently falls below the recommended daily allowance. Dairy products represent one of the major sources of calcium in the human diet. He also stated that reduced consumption of dairy products could have deleterious effects on the calcium status of the population. Similarly, animal products account for 37 percent of the iron available for consumption (19). Animal sources of iron are generally at least twice as available as plant sources.

### Comparative analysis of different food production systems

Energy, land and labor needs are known to vary significantly according to the kind of crop cultivated or animal produced. The amount and quality of the product also vary widely. Efficiency indices are constructed as the output/input ratio of the system. Inputs and outputs of different components of the same system may be measured and different units utilized. As a consequence, several different efficiency indices can be found in the literature.

Steinhart and Steinhart (20) reported data on the energy inputs to different food production systems for one calorie of food output. The input the authors considered is the energy subsidy. According to Odum (12), this energy subsidy includes the energy utilized in the process as fuel, electricity, fertilizer, irrigation, tractors, etc., but does not include the solar energy

involved in photosynthesis and responsible for maintaining the narrow range of temperatures which allows life on the earth. Figures for secondary producers do not include the energy of their feed. Food production systems which involve secondary producers usually require a larger energy subsidy. They need between 1 and 20 calories for producing 1 calorie of food. Among the least efficient are feedlot beef and distant fishing. On the other end are range-fed beef, low intensity egg production and milk production using grass-fed cows, which require less than 5 calories per calorie of subsidy. On the other hand, systems which take place at the trophic level of primary producers are more efficient, and the energy content of the product is usually higher than the energy subsidy for producing it. Steinhart and Steinhart (20) demonstrated how sensitive our present food production system may be to a fossil energy shortage.

David Pimentel is one of the authors who have made major contributions to analyzing the efficiency of different food production systems. He centered his work on the efficiency of producing protein foods, because he believed that their response to various environmental conditions was representative of all foods contributing to the food supply. Pimentel in his book *Food, Energy and Society* (18) analyzed energy use in livestock production. He reported that egg and broiler production was the most efficient converter when only energy and land were considered. Broilers are also extremely efficient in labor use. When only forage is available, then egg, broiler and pork production are eliminated and only milk, beef and lamb are viable systems. Of these three, milk production is the most efficient converter, because forage can be used, and relatively small amounts of energy, land and labor are needed for production. Livestock is less efficient than grain, legumes, fruits or vegetables (19). Of these, grains and legumes such as soybeans are produced more efficiently than fruits and vegetables.

### The role of animal production

Two species compete only when their ecological niches overlap. In other words, they have similar requirements for a specific resource which is a limiting factor for both species. The competition concept may be applied to animals and man. Animals may be fed with resources unsuitable for human consumption or suitable for it. In the first case, animals and man do not compete; in the second they do, because the resources which do not go to animals would increase the availability of resources for the human population.

Pimentel and Pimentel (19) reported the present status of such competition. They said that on a worldwide basis, about 25 percent of the protein consumed, or 30 million tons, was animal protein. They estimated that more than 60 percent of this livestock protein came from animals fed with grasses and forage that could not be utilized by man. The remainder came from livestock fed with protein suitable for human consumption. Specifically, the 50 million tons of plant and animal protein suitable for man and used for animal feed yield only an estimated 13 million tons of livestock protein. This means that in addition to large amounts of forage, 4 kg of dry plant protein suitable for human consumption is converted into 1 kg of animal protein. Obviously this plant to animal protein conversion is relatively inefficient when compared with direct consumption of plant protein by humans.

In highly industrialized countries where diets are high in animal protein, intensive livestock production systems are maintained to supply large quantities of animal products. Basic to maintaining these systems is the use of large amounts of cereal grains which, though useful to animals, are also nutritious human food. In the United States, an estimated 1 300 kg of grain is produced per person per year (21). Of this, man eats only 110 kg, while the remaining 1 190 kg are fed to livestock. Put another way, in addition to forage consumed, an estimated 26 million tons of plant and animal protein quite suitable for human consumption are fed to animals, which in turn produce 6 million tons of animal protein. A relatively large amount of this plant protein comes from various grains and legumes. As a result, on the average, for every 5 kg of plant and fish protein fed to animals, only 1 kg of animal protein is produced.

Taking into account the constraints on the availability of fossil energy and land, as well as the future of food demand in the world, as described above, it can be expected that animals fed with resources suitable for human consumption will decrease drastically. One of the major roles of animal production will be to convert roughage or feed high in cellulose into needed food and fiber for human sustenance, despite their low efficiency in converting dietary energy into such products as meat or milk (4). This cellulosic feed is plentiful throughout the world and has no alternate use for food, other than through transformation by herbivores. Forage from pasture land and forest range is fed to ruminant animals because they can convert forage cellulose into utilizable nutrients through microbial fermentation. Total plant protein produced on pasture and forest range in the United States is 1.4 times the total grain protein production. Current yield from pasture and rangeland is 53.4 kg per hectare (19), while the energy input per

kilogram of protein is 2.6 Mcal. This is nearly one-quarter of the fossil energy input expended in producing grain protein.

High protein foods are essential for human diets, and the amino acid balance necessary for good nutrition is not found in most of the cereal grains. Therefore, man cannot take the step of abandoning meat sources altogether. As a consequence, the major role of animal production will be to produce high protein foods utilizing forest range or pastures. This can be complemented with wastes, including byproducts of harvesting or processing food crops, or byproducts of processing animal products. Moore (9) stressed the importance of using urea and byproducts inedible to humans to produce palatable proteins for humans. He stated that even though these byproducts were low in protein, they provided energy needed in the production of animal proteins. One of the most important byproducts is dried sugar beet pulp from sugar beet extract. Approximately 169 000 tons are consumed annually by livestock in the United States. In the meat packing industry, inedible portions of carcasses, including meat scraps, intestines and blood, are exposed to high temperatures and rendered into livestock feed. Urea, a nonprotein nitrogen source which humans cannot utilize in their diets, can be converted to animal protein by ruminants. It is being used extensively for dairy and beef cattle.

#### Analysis of livestock production alternatives

Taking into account the resource constraints and the alternative uses of cereal grains and legumes, several proposals have been made for converting from a system under which livestock are fed both grain and grass to one under which they are fed grass alone. These analyses are also critical for those countries which presently raise livestock on rangelands and are considering the alternative of feedlot systems. Pimentel *et al.* (19) made several projections and analyzed three different alternatives for livestock production in the United States.

The first alternative called for eliminating grain as livestock feed, using only grass on present pasture lands and grazing of forest range. They believed that animal production under this system would include primarily dairy, beef and sheep. The total amount of animal protein produced under this system would be about 2.9 million tons, or slightly more than half the animal protein currently produced. The inputs for this system of grass-fed livestock would be reduced as follows: land 8 percent, labor 34 percent, and fossil energy 59 percent. This system would release most of the grain currently fed to livestock, or 135 million tons of grain.

Another alternative called for improvement in the forest range currently grazed by dairy and beef cattle and sheep. Through better management inputs, the yield of animal protein would increase 7 percent, still significantly less than current production. Compared with the current grain-grass system, the total resource inputs for the "improved grass only" would be reduced as follows: land 8 percent, labor 28 percent and energy 7 percent.

The third alternative was to improve forest range and use 10 million hectares of land for corn and sorghum silage. Total milk, beef and sheep protein production under these conditions is calculated to be 4.4 million tons, compared with current total production of 5.4 million tons. Compared with the current system, the resource inputs for the "improved grass and silage system" decline by 5 percent for land and 8 percent for labor. Energy use, however, rises about 13 percent above the current level. The increased energy input, in a time of scarce energy and high prices, make this system inappropriate. D. Pimentel believed that if there were a change toward a system using only grass, some grain resources and byproducts would continue to be devoted to egg, broiler and pork production. Egg protein is better nutritionally than any other protein available, and it is relatively efficient to produce. Present land input for egg production is less than 1 percent of that for all protein sources, and the energy input is only about 1 percent of that for the total livestock production system. Broiler and pork production would also be continued because of their efficiency and capacity for utilizing byproducts and wastes.

Other authors took another approach to the problem of animal production systems and their energy costs. Instead of using the worldwide scale adopted by D. Pimentel, they compared actual animal production systems requiring different amounts of resources, and looked at the efficiencies of meat or protein production.

Cook *et al.* (3) analyzed different cattle feeding and grazing systems including yearlong total confinement, partial confinement feeding, and conventional range grazing. They determined the cultural and digestible energy expended to produce a kilocalorie of dressed-carcass meat from weaner calves and the protein consumed to produce a pound of red-meat protein. They reported that the yearlong range grazing system with a winter supplement required considerable less cultural energy than other systems. Range livestock produced about 1 Kcal of dressed-carcass meat for each 5 Kcal of cultural energy. Partial confinement, with cows corralled and fed for 5 months during the winter and grazed on the range during the spring and summer, produced 1 Kcal of dressed-carcass meat from weaned calves for an ap-

proximate cost of 8 to 9 Kcal of cultural energy. Total confinement required about 15 Kcal of cultural energy for each Kcal of dressed meat, or about three times as much cultural energy to produce 1 Kcal of edible meat from weaned calves, compared to range production.

Digestible energy conversion from feed or forage to meat of weaned calves was measured, showing that total confinement was the most efficient. The range group produced the lowest return of food energy in dressed calf meat per unit of digestible energy consumed, largely because some of the energy was utilized in foraging. The ratio of digestible protein in the diet to meat protein produced was analyzed and the range group showed the lowest ratio; this group therefore produced more edible meat protein from weaned calves per unit of digestible protein consumed. Confined groups were the least efficient systems with respect to protein conversion.

Another approach was taken by Cauhépé *et al.* (1). They analyzed range utilization in the Salado River Basin, Province of Buenos Aires, Argentina. They distinguished four different production systems, which they called: improved 1, improved 2, improved 3 and traditional. In the improved 1 system, the range had been replaced with fertilized pastures and showed a stocking rate of two cows per hectare and an 85 percent to 95 percent calf crop. Annual secondary production was estimated at 300 kg live weight per hectare per year. The improved 2 system did not include fertilization. Pastures were resown more frequently, and primary productivity was lower. Annual production was estimated at 200 kg live weight per hectare per year. The improved 3 system was based on fertilized native grasslands with a primary production of 2 400 kg of dry matter per hectare per year. Animal production was estimated at 96 kg live weight per hectare per year. Finally, the traditional system was based on native grasslands, with a stocking rate of 0.6 cows per hectare and a 75% calf crop. Calf weight at weaning time was 155 kg. Secondary production was estimated at 70 kg live weight per hectare per year.

The authors calculated the cultural energy utilized for each system in management, fertilization, herbicides, labor, machinery, etc. They also calculated the energy content of the output of the different systems, which ranged from 500 Mcal ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> for the highest technological input, to 115 Mcal ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> for the traditional system. The amount of subsidy received by each system showed similar trends. However the efficiency of the energy subsidy use showed exactly the opposite pattern. The traditional system, receiving the smaller subsidy, had the highest efficiency because its low productivity was offset by the small amounts of energy



inputs needed for taking care of the herd and for veterinary care. Using one Mcal of subsidy the traditional system produced 9.6 Mcal of beef, while the improved 1 system produced just 0.78 Mcal. Only the traditional system and the improved 3 system had efficiencies higher than 1, while the other two required subsidies higher than their products.

Klopatek and Risser (7) found a similar pattern in an energy analysis of rangelands and improved pastures on different sites in Oklahoma, United States. They reported a linear decrease in the efficiency of subsidies with an increase in production. Their rangelands in all cases received higher subsidies and their efficiencies were always lower than those reported by Cauhépe *et al.* (1). The rangeland with the highest efficiency in the Oklahoma study produced only 0.15 units per unit of subsidy.

### Relative importance of the energy flow through the food production system

Agricultural production is responsible for only 2.9 percent of total United States energy use (6). In contrast, the food system consumes 16.5 percent of all United States energy used. Manufacturing and processing use 4.8 percent, preparation requires 7.1 percent and distribution accounts for 1.7 percent. The absolute numbers for production, however, are large: 30 billion liters of petroleum fuels and 22 billion KWH of electricity. Total energy input is equivalent to 52 billion liters of gasoline. Other authors such as Steinhart and Steinhart (20) and Pimentel (18), have emphasized that in developed countries, the relative amount of energy which goes into food production is small. On the other hand, in developing countries the energy used for producing food accounts for as much as 60 percent of the total energy utilized, because they spend less energy in transportation, heating, etc. Therefore, small improvements in the efficiency of the food production system will have a larger impact on the energy budget of developing countries than of developed countries.

If the economic structure remains as it is today, the utilization of a resource will depend largely on its price. The trend in cattle production in the United States during the past two decades has been for the utilization of forage to decrease and the use of feed grain to increase because of the relatively low price of grain. Fossil energy is expected to become scarce and its price to soar. The energy input to farms and ranches will be more expensive, and some of the present techniques will no longer be economically feasible. With these changes, both developing

countries and developed countries will need to possess energy-efficient techniques for producing food.

Present prices of different inputs to the food production system are not strictly related to their energy content. In other words, the relation between energy content and price usually is quite poor. Prices depend mostly on economic variables such as supply and demand. This means that production systems which are not feasible from the energy viewpoint may be feasible economically. As prices rise, especially for fossil energy, systems which utilize less of this resource will be very advantageous. C.W. Cook (4) stated that expenditures of fossil fuel in the future will undoubtedly be closely correlated with the price.

In conclusion, it is probable that in the near future we will rely heavily on rangelands as a source of protein for humans. It will be necessary to maximize their production, but the subsidies most often used to increase production will be scarce and expensive. Therefore, considerable effort will need to be devoted to developing energy-efficient techniques for rangeland utilization. Most of the research required to develop these techniques has its own timing. It is the responsibility of the scientific community to begin their projects now, before decision makers ask for new technologies, so that the new demands can be met.

### Summary

This paper begins with a brief description of the major inputs for food production systems and discusses their availability in the future. This picture is contrasted with a description of the outlook for world food demand. Stress is placed more on the quality than on the quantity of the food needed to meet the needs of coming decades.

Different food production systems are compared from the energy standpoint. Grain production systems emerge as the most efficient, and animal production systems as the least efficient. A distinction is made between animal production systems that use food inputs not useful to human beings (forage) and those that use resources, such as cereals, that otherwise would be edible by humans and therefore compete with human nutrition. This competition is quantified, stressing the role of cattle as a mechanism for converting low quality forage into proteins for human consumption.

Different techniques for using pasturelands, the major source of these low quality resources, are

compared. The addition of energy subsidies in the form of fertilizer, herbicides, seeds, etc. can increase production but reduce efficiency. Finally, energy used for food production is compared with total energy consumption in the developed and developing countries. The paper concludes that in the near future, the more energy-efficient food production techniques will be the most profitable. The population will probably depend significantly on the production of natural pasturelands, and it will be necessary to develop energy-efficient ways of using them.

#### Literature cited

1. CAUHEPE, M.; LEON, R.J.C.; SALA, O.E.; SORIANO, A. 1982 (ex aequo). Pastizales naturales y pasturas cultivadas, dos sistemas complementarios y no opuestos. *Revista Facultad de Agronomía* 3:1-11.
2. COOK, C.W. 1976. Cultural energy in range meat and fiber production. *Journal of Range Management* 29:268-271.
3. COOK, C.W.; DENHAM, A.H.; BARTLETT, E.T.; CHILD, R.D. 1976. Efficiency of converting nutrients and cultural energy in various feeding and grazing systems. *Journal of Range Management* 29:186-191.
4. COOK, C.W. 1979. Meat production potential on rangelands. *Journal of Soil and Water Conservation* 79:168-171.
5. HANDLER, P. 1970. *Biology and the future of man*. Oxford University Press, New York. 217 p.
6. HOBSON, B. 1978. Energy budget calculations for Colorado crops. Colorado State University, Department of Economics. Manuscript.
7. KLOPATEK, J.M.; RISSER, P.G. 1982. Energy analysis of Oklahoma rangelands and improved pastures. *Journal of Range Management* 35:637-643.
8. LOGFREN, P.A.; SPECKMANN, E.W. 1979. Importance of animal products in the human diet. *Journal of Dairy Science* 62:1 019-1 025.
9. MOORE, L.A.; PUTNAM, P.A.; BAYLEY, N.D. 1967. Ruminant livestock: their role in the world protein deficit. *Agricultural Science Review* 2:1-7.
10. MUSTO, J.C. 1984. Degradación y conservación del suelo en la Argentina. Conferencia Nacional, Erosión y Conservación del suelo y del agua. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, INTA. pp. 127-147.
11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1971. *Rapid population growth*. Johns Hopkins Press Baltimore, Vol. 1.
12. ODUM, E.P. 1975. *Ecology*. Holt, Rinehart and Winston. p. 244.
13. PANIGATTI, J.L. 1984. Conservación del suelo en la Región Pampeana húmeda. Conferencia Nacional, Erosión y Conservación del suelo y del agua, Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, INTA. pp. 65-71.
14. PIMENTEL, D.; HURD, L.E.; BELLOTTI, A.C.; FORSTER, M.J.; OKA, I.N.; SHOLES, O.D.; WHITMAN, R.J. 1973. Food production and the energy crisis. *Science* 182:443-450.
15. PIMENTEL, D.; DRITSCHILO, W.; KRUMMEL, J.; KUTZMAN, J. 1975. Energy and land constraints in food protein production. *Science* 190:754-761.
16. PIMENTEL, D.; TERHUNE, E.C.; DYSON, R.; ROCHEREAU, S.; SAMIS, R.; SMITH, E.A.; DENMAN, D.; REIFSCHNEIDER, D.; SHEPARD, M. 1976. Land degradation: effects on food and energy resources. *Science* 194:149-155.
17. PIMENTEL, D.; OLTENACU, P.A.; NESHEIM, M.C.; KRUMMEL, J.; ALLEN, M.S.; CHICK, S. 1978. Grass-fed livestock production system: energy and land resource constraints. Manuscript.
18. PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. 1980. *Food, energy and society*. John Wiley and Sons. New York. 165 p.
19. PIMENTEL, D.; OLTENACU, P.A.; NESHEIM, M.C.; KRUMMEL, J.; ALLEN, M.S.; CHICK, S. 1980. The potential for grass-fed livestock: resource constraints. *Science* 207:843-848.
20. STEINHART, J.S.; STEINHART, C. 1974. Energy use in the U.S. food system. *Science* 184:307-315.
21. USDA. *Agricultural statistics 1976*. U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

## Reseña de libros

MORALES, J.F. El mosaico común del frijol: Metodología de investigación y técnicas de control. Edición revisada. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1984. 26 p.

Es muy conocida la abundante información científica que genera, y a su vez la gran labor de extensión y divulgación que realiza, el Centro Internacional de Agricultura Tropical --CIAT--. Particularmente en frijol común, una parte de esta información ha llegado directamente al científico y al agricultor a través de cursos de adiestramiento que se realizan a nivel de parcela experimental, laboratorio y campo. Bajo este sistema de transmisión de tecnología, la divulgación de métodos de investigación se hace más efectiva cuando se ha identificado las necesidades y se ha preparado el recurso humano; tal es el caso de esta publicación acerca del mosaico común en frijol (BCMV), enfermedad prioritaria en los programas actuales de mejoramiento genético.

La obra es una edición revisada que incluye información muy reciente sobre metodología de investigación y técnicas de control, dentro del sistema de generación continua de información.

En la parte de identificación del virus, la obra describe en detalle los diferentes métodos conocidos, así

como los materiales y equipos necesarios, e incluye buenas ilustraciones para identificar las inclusiones del BCMV en la célula infectada, observada con microscopio de luz. Por la forma clara y concisa como está escrito el procedimiento, podría ser un buen ejemplo de lectura para estudiantes de posgrado y, por supuesto, una guía metodológica para virólogos.

En cuanto al mejoramiento genético, con base en alguna información que ya existía, se describe la metodología desarrollada de inoculación y evaluación para detectar el mayor número de plantas susceptibles a la cepa o cepas de BMCV.

Un aspecto muy importante y que está descrito en forma clara en el texto es la interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación de progenies, por lo cual podría ser ejemplo muy didáctico para ser utilizado por los estudiantes de Agronomía.

A pesar de que la mayoría de los programas nacionales han comenzado a utilizar cultivares con resistencia a BMCV, el uso todavía de mucho material susceptible hace indispensable un control estricto, tanto sobre la calidad fitosanitaria de la semilla como del insecto vector, para lo cual se describe en detalle la metodología para realizar el control integrado. El folleto está dirigido sobre todo a los científicos que trabajan en frijol, pero puede ser muy útil para la enseñanza.

EDGAR VARGAS  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA, C.R.

# COMPORTAMIENTO DE METODOS DE INJERTO EN LA PROPAGACION ASEXUAL DEL TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) EN PIURA, PERU<sup>1</sup>

L. RAMIREZ\*, A. MONTESINOS\*\*, L. GUZMAN\*\*

## Summary

*The effects of grafting methods  $M_1$ ,  $M_2$  and  $M_3$ , stock diameters  $D_1$ ,  $D_2$  and  $D_3$  on propagation of tamarind (*Tamarindus indica* L.) were evaluated at Piura Perú, from January 1981 to January 1983*

*Whip, or tongue, and splice grafting showed high percentages of successful unions, 61.3% and 65.3% respectively, while shield budding had only a 9.3% rate of success. The diameter of the stock in successful unions was apparently not a statistically significant variable.*

## Introducción

**E**l tamarindo (*Tamarindus indica* L.), valioso árbol tropical del África, produce un fruto cuyo uso en la industria aumenta cada día (19). La región Piura, al norte del Perú, presenta condiciones ecológicas óptimas para su desarrollo aunque ha sido poco cultivado; sin embargo, en un futuro próximo podría constituirse en un recurso frutícola importante para la economía nacional, sea exportándolo como pulpa deshidratada o procesado como conservas y jaleas

En la actualidad la propagación comercial de este cultivo se hace exclusivamente por semilla (3, 14, 17), no obstante, la experiencia permite afirmar que este árbol difícilmente produce características deseables cuando la propagación es por semilla.

Como está comprobado, los frutos grandes de buena calidad de cualquier especie frutal rinden más pulpa que frutos pequeños; entonces la importancia de propagar plantas injertadas de tamarindo es evi-

dente. La propagación asexual por injertos tiene, entre otras, las siguientes ventajas: reproduce fielmente las características de la variedad en todas sus partes; se obtiene individuos más precoces y plantas bajas, que facilitan la cosecha, así como origina árboles que dan frutos de mejor calidad.

De acuerdo con Purseglove (14), Chandler (3), Sauls (17) y otros se puede asegurar que el tamarindo se propaga usualmente por semilla que germina a la semana de haber sido plantada. No obstante, es posible la propagación asexual por estacas (cutting), acodo aéreo (airlayering), injerto de lado (side-veneer grafting), injerto de escudete (shield-budding). Los árboles francos pueden empezar a ser cosechados a partir de los seis a ocho años, mientras que los propagados vegetativamente lo hacen en la mitad del tiempo.

Según Carnevale (2), la práctica demuestra a cada paso que el injerto prende mejor cuando se realiza sobre patrones vigorosos y sanos. Los injertos Inglés complicado o de Doble Lengüeta, e Inglés Simple tienen como mejor época para injertar la primavera, antes de la brotación. Refiriéndose al injerto de yema, el mismo autor manifiesta: "hay que hacer la injertación cuando la corteza del porta-injertos despegue fácilmente y en muchas ocasiones se obtiene esto después de un riego abundante".

Según Grumberg (5), la mejor época para efectuar el injerto de doble lengüeta es a fines de invierno o principios de primavera, y a fines de primavera para realizar el injerto de yema.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de octubre de 1985

\* Ex alumno del Programa Académico de Agronomía, Universidad Nacional de Piura

\*\* Departamento de Agronomía y Fitotecnia del Programa de Agronomía, Universidad Nacional de Piura, Perú.

Montesinos y Guzmán (11) encontraron que el injerto inglés simple, empleado en la propagación asexual del mamey, alcanzó un alto porcentaje de prendimiento y que es el más eficiente en cuanto a velocidad de brotamiento.

El propósito de esta investigación fue determinar el mejor método de injertación y el diámetro óptimo del patrón que permitan al fruticultor realizar esta práctica en forma exitosa.

### Materiales y métodos

El presente trabajo experimental se realizó en el Vivero Frutícola Tambogrande del Ministerio de Agricultura de la Región Piura, al norte del Perú, entre los meses de enero de 1981 y enero de 1983.

Los patrones empleados correspondieron a la variedad "Criollo" de Piura, que fueron injertados a los

Cuadro 1. Métodos de injertación.

Métodos	Clave	Tipo*
Inglés Doble Lengüeta	M <sub>1</sub>	De púa
Inglés Simple	M <sub>2</sub>	De púa
De Yema o Escudete	M <sub>3</sub>	De yema

\* Clasificación según Edmond, J B *et al* (4)

21 meses, después de su siembra, el 19 de noviembre de 1982. Estos fueron agrupados de acuerdo a su grosor en tres lotes: D<sub>1</sub> = 0.50 a 0.65 cm; D<sub>2</sub> = 0.66 a 0.75 cm; D<sub>3</sub> = 0.76 a 0.90 cm, medidas tomadas a 12 cm del cuello de la planta

El diseño experimental empleado fue el de Bloques Completos al azar con tres repeticiones que correspondieron a los diámetros del patrón.

Los tratamientos estudiados fueron los métodos de injertación Inglés Doble Lengüeta (M<sub>1</sub>), Inglés Simple (M<sub>2</sub>) y Escudete (M<sub>3</sub>), indicados en el Cuadro 1. Cada unidad experimental estuvo constituida por 25 patrones, colocados individualmente en bolsas de polietileno

Para estudiar el comportamiento de los métodos de injertación y diámetro del patrón sobre el prendimiento de injertos, se contó el número de injertos prendidos por unidad experimental; se consideró el injerto prendido o soldado cuando la yema del escudete o las yemas laterales de la púa empezaban a desarrollarse y éstas alcanzaron una talla mayor de un centímetro.

Hubo evaluaciones cada siete días, contadas a partir de la injertación; sin embargo, no se tabuló la primera evaluación por presentar escaso porcentaje de prendimiento, razón por la que solamente se tabularon los datos obtenidos a los 14, 21 y 28 días después de la operación del injerto

Cuadro 2. Registro meteorológico: Estación Meteorológica Chilaco. Año 1982-1983.

Mes	Fecha	Temperatura °C			Humedad relativa (%)			
		Max.	Min.	Med.	07 h	13:00 h	19:00 h	Med.
Nov.	1-05	32.9	21.6	27.3	85.4	49.8	67.6	67.4
	6-10	32.2	21.0	26.6	87.2	42.6	62.2	64.0
	11-15	31.5	21.4	26.4	89.4	61.8	63.6	71.6
	16-20	31.3	21.4	26.4	90.6	67.2	61.4	73.1
	21-25	34.2	22.9	28.6	84.2	54.8	60.4	66.5
	26-30	32.8	22.4	27.6	86.0	53.8	59.6	66.5
Dic.	1-05	32.7	22.8	27.8	84.2	54.0	64.6	77.6
	6-10	32.4	22.9	27.6	89.4	61.0	63.4	71.3
	11-15	32.6	23.1	27.8	90.8	58.8	71.0	73.5
	16-20	33.8	24.2	29.0	83.8	51.8	65.2	66.9
	21-25	32.2	23.3	27.8	87.8	57.8	67.8	71.1
	26-31	32.4	23.0	27.7	92.5	62.0	74.6	76.4
Ene.	1-05	31.8	24.1	28.3	92.0	62.2	81.2	78.5
	6-10	31.2	22.8	27.0	94.8	68.8	85.4	83.0
	11-15	31.0	25.4	28.2	92.4	70.2	85.4	82.7
	16-20	30.7	23.9	27.3	92.8	76.4	79.8	83.0
	21-25	32.1	24.8	28.4	92.0	73.6	84.6	83.4
	26-30	31.9	24.0	27.9	92.8	70.0	83.8	82.2

Los datos meteorológicos, durante el período que duró el experimento, Cuadro 2, fueron registrados por la Estación Meteorológica "Chilaco", Pochos - Provincia de Sullana, Piura

### Resultados

Hasta los 14 días después de efectuada la operación del injerto, los efectos del método de injertación y del diámetro del patrón sobre el prendimiento de injertos no son significativos.

A partir de los 21 días el efecto de los métodos de injertación sobre el prendimiento de injertos es significativo a un nivel de 0.05, los métodos de injertación "Inglés Doble Lengüeta" (50.6%) e Inglés Simple (44.6%), de igual comportamiento estadístico, superan a "Escudete" (8.0%) Cuadro 3. Sin embargo, el efecto de los diámetros del patrón no muestran diferencias significativas, Cuadro 4. Las Figs. 1 y 2 explican complementariamente los resultados anteriores

Igualmente, a los 28 días los métodos de injertación "Inglés Doble Lengüeta" (61.3%) e "Inglés Simple" (65.3%) de un comportamiento estadísticamente similar, son mejores que "Escudete" (9.3%), Cuadro 5.

En cambio los resultados del efecto del diámetro del patrón sobre el prendimiento de injertos no son significativos, Cuadro 6.

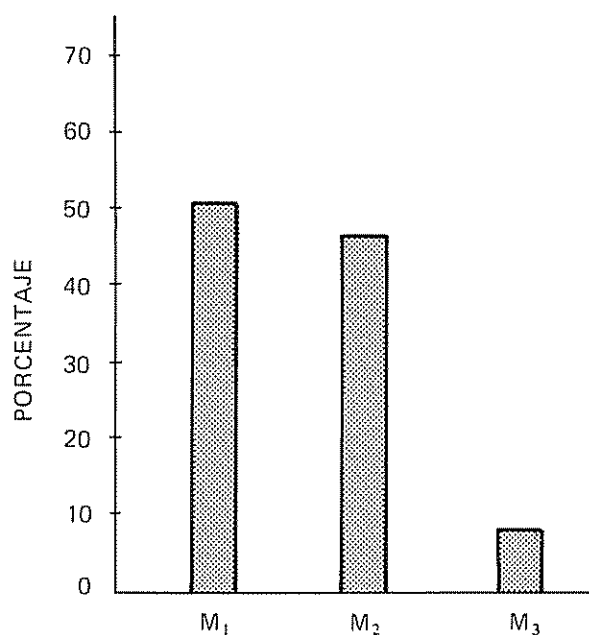


Fig 1 Prendimiento de injertos (%) por efecto del método, a los 21 días del injerto

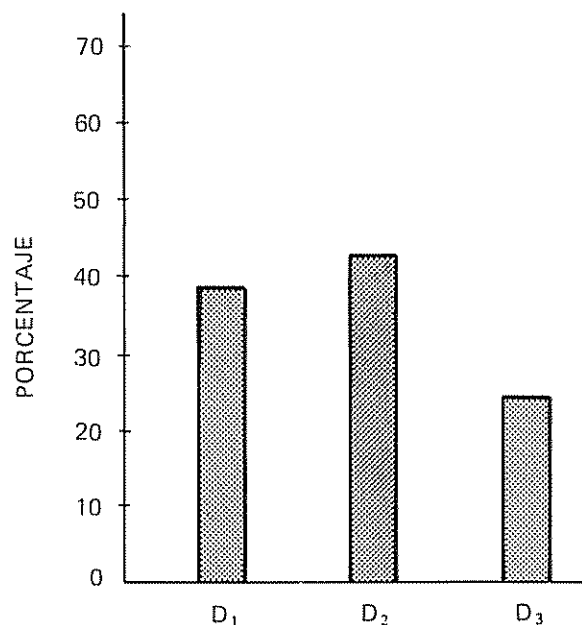


Fig 2 Prendimiento de injertos (%) por efecto del diámetro del patrón, a los 21 días del injerto

Cuadro 3. Efecto de métodos sobre el prendimiento de injertos (%) hasta los 21 días de injertación.

Clave	Método	Rendimiento Duncan 0.05 (%)
M <sub>1</sub>	Inglés Doble Lengüeta	50.6 a
M <sub>2</sub>	Inglés Simple	46.6 a
M <sub>3</sub>	Escudete	8.0 b

CV = 26%

Cuadro 4. Efecto del diámetro del patrón sobre el prendimiento de injertos (%) hasta los 21 días de la injertación.

Clave	Diámetro (cm)	Rendimiento (%)	Duncan 0.05
D <sub>1</sub>	0.50 - 0.65	38.6	a
D <sub>2</sub>	0.66 - 0.75	42.6	a
D <sub>3</sub>	0.76 - 0.90	24.0	a

CV = 26%

También se pueden visualizar estos comportamientos en las Figs. 3 y 4. A partir de esta fecha los porcentajes de prendimiento de injertos se mantuvieron constantes, razón por la cual no se efectuaron en adelante los análisis estadísticos.

### Discusión

A los catorce días de efectuada la injertación los métodos de injerto no muestran diferencias significativas, siendo sus porcentajes de prendimiento bastante bajos, entre 6.6% para el Escudete y 24% para el Inglés Doble Lengüeta. Esto posiblemente se deba a la época en que se efectuó la operación del injerto, la que coincide con el aumento de temperatura e inicio del verano, causando un retardo en la formación de tejido calloso (6, 18).

A los 21 y 28 días los métodos de injertación Inglés Doble Lengüeta (50.6% y 61.3%) e Inglés Simple (46.6% y 65.3%) de igual comportamiento estadístico superaron a Escudete o Yema (8.0% y 9.3%).

Los mayores porcentajes de prendimiento logrados por los métodos de injerto de púa se explicarían porque estos presentan mayor superficie de contacto entre el patrón y el injerto (1). Además, los terminales tienen mayor cantidad de agua y sustancias de reserva. La respuesta no significativa que muestran tales injertos se debería a que estos no se diferencian sus-

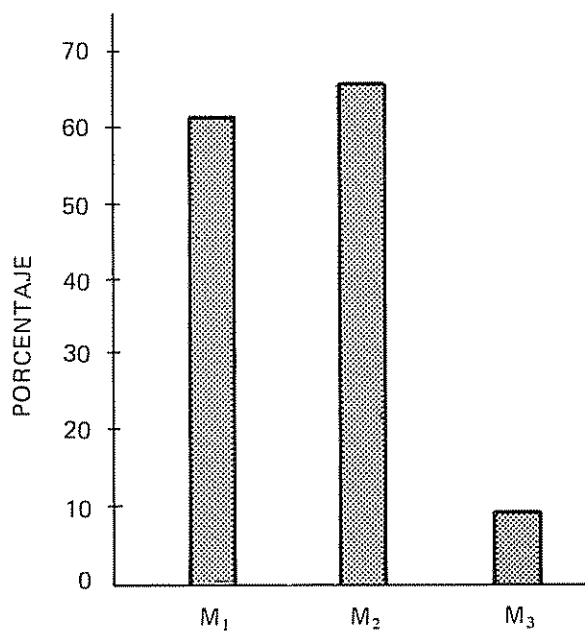


Fig 3. Prendimiento de injertos (%) por efecto del método, a los 28 días del injerto

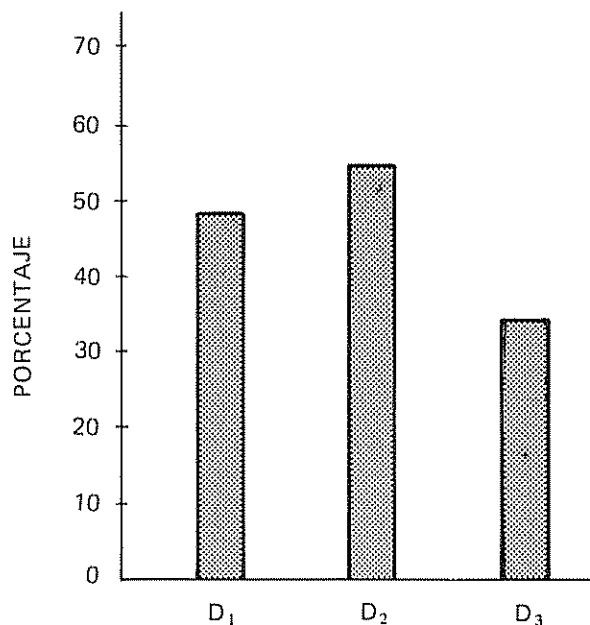


Fig 4. Prendimiento de injertos (%) por efecto del diámetro del patrón, a los 28 días del injerto

tancialmente entre sí; ambos tienen casi igual superficie de contacto entre ambas cortezas, salvo la hendidura que se hace tanto en el patrón y púa en el injerto de doble lengüeta (6). Resultados similares se han encontrado al trabajar con la especie mamey (*Mammea americana* L.) (11).

El poco éxito alcanzado por el método Escudete (9.3%) probablemente se debe a que ésta no recibe el abastecimiento de agua necesaria para sobrevivir (6), o también debido a que existe alguna dificultad en la formación de tejido cambial (parénquima diferenciado) como consecuencia de que el área de contacto de los cambios entre patrón e injerto es muy pequeña y también a la estructura del leño del patrón. Además, se puede asegurar que la temperatura del medio ambiente (arriba de 32°C) causó una gran pérdida de estos injertos por la desecación producida (6, 18). Es importante señalar, por la experiencia práctica realizada, que el injerto de escudete o yema ofrece una mayor dificultad en su operación en esta especie que en cítricos.

Aún cuando cabía esperar algunas diferencias en el comportamiento de los diámetros del patrón, estos no mostraron significación estadística entre sí, a pesar de que entre los diámetros D<sub>2</sub> (54.6%) y D<sub>3</sub> (33.3%) existe una diferencia considerable. Ello posiblemente se debe al bajo número de unidades experimentales empleadas o quizás a que fueron empleados patrones

Cuadro 5. Efecto del Método de Injertación sobre el Prendimiento de Injertos (%) hasta los 28 días del Injerto.

Clave	Métodos	Rendimiento (%)	Duncan 0.05
M <sub>1</sub>	Inglés Doble Lengüeta	61.3	a
M <sub>2</sub>	Inglés Simple	65.3	a
M <sub>3</sub>	Escudete	9.3	b

CV = 30%

Cuadro 6. Efecto del Diámetro del Patrón sobre el Prendimiento de Injertos (%) hasta los 28 días del Injerto.

Clave	Diámetro (cm)	Rendimiento (%)	Duncan 0.05
D <sub>1</sub>	0.50 - 0.65	48.0	a
D <sub>2</sub>	0.66 - 0.75	54.6	a
D <sub>3</sub>	0.76 - 0.90	33.3	a

CV = 30%

con diámetros con características de vigor y grosor (0.5 - 1.0 cm), recomendadas por varios autores (1, 2, 6)

Probablemente podrían incrementarse estos porcentajes de prendimiento de injertos tanto para métodos de injertación (M) como para diámetros del patrón (D) si se prueba épocas diferentes a la empleada en este trabajo, que es el primero que se realiza en la zona para este frutal.

### Conclusiones

De las observaciones experimentales y del análisis estadístico, bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los injertos Inglés Doble Lengüeta (61.3%) e Inglés Simple (65.3%), con un comportamiento estadístico similar, alcanzaron los mayores porcentajes de prendimiento.
2. El injerto de Yema o Escudete (9.3%) tuvo un prendimiento muy bajo, lo que permite descartar su uso para fines comerciales.
3. El injerto Inglés Doble Lengüeta se mostró como el más rápido en cuanto a prendimiento hasta los 21 días.

4. El diámetro del patrón D<sub>2</sub> = 0.66 a 0.75 cm alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento, aunque no superó estadísticamente al resto. También mostró más eficiencia en cuanto a rapidez de prendimiento.

### Resumen

Con el objeto de determinar el mejor método de injerto y el diámetro óptimo del patrón para la propagación del tamarindo (*Tamarindus indica* L.), se llevó a cabo un experimento en Piura-Perú, entre los meses de enero de 1981 y enero de 1983, usando tres métodos diferentes de injertos practicados sobre portainjertos agrupados en tres lotes según su diámetro.

Los resultados indicaron que los injertos Inglés Doble Lengüeta e Inglés Simple alcanzaron los más altos porcentajes de prendimiento, 61.3% y 65.3%, respectivamente, mientras que el injerto de Yema o Escudete con 9.3% tuvo un comportamiento deficiente. No hubo respuesta estadística significativa de los diámetros del patrón sobre el prendimiento de injertos.

### Literatura citada

1. ALVAREZ, R., S. 1973. Multiplicación de árboles frutales 2da. Edición España. 300 p.
2. CARNEVALE, J. A., 1964. Los injertos. 5a Edición. Buenos Aires. Edit. Bell. 206 p.
3. CHANDLER, W. E., 1964. Frutales de hoja perenne. 5a. ed. México. Uteha, 614 p.
4. EDMOND, J. B. et al., 1967. Principles of horticulture México. CESCOSA, 910 p.
5. GRUMBERG, I. P.; R. SARTORI. 1968. El arte de criar e injertar frutales. Buenos Aires. EUDEBA.
6. HARMANN, H. T.; KESTER, D. E. 1976. Propagación de plantas. 5a. Ed. México. CECSA, 810 p.
7. KENNARD, W. C.; WINTER, H. F. 1963. Frutas y nueces para el trópico México. Limusa-Wiley. 176 p.
8. LEÓN, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 487 p.



- 9 MORIN, CH. 1967 Cultivo de frutales tropicales Lima Edit Juridica 406 p
- 10 MONTESINOS, V. A. 1972 El tamarindo en el departamento de Piura. (Trabajo inédito). 10 p
- 11 MONTESINOS, V.A.; GUZMAN, L. FARFAN 1972. Estudio de tres métodos de injerto en propagación asexual del mamey (*Mammea americana* L.) Revista UNP. p. 30-48
- 12 MORTON, J. 1958. The tamarind (*Tamarindus indica* L.) its food, medical and industrial uses Proc. of Florida Horticultural Society 81:89-94
- 13 POPENOE, W. 1920. Manual of tropical and subtropical fruit. New York, Hafner, p. 432-436.
- 14 PURSEGLOVE, J.W. 1968. Tropical crops. Dicotyledons. The tamarind. London, Logman p. 224-227.
- 15 PURIZACA, J.M. 1971. Estudio de métodos de injertación y diámetros del patrón en la propagación del mango (*Mangifera indica* L.) Tesis Ing Agr Universidad Nacional de Piura Facultad de Agronomía. 65 p
- 16 RAMACHANDRA, R.P. 1957. Utilization of tamarind seed testa Indian Forester. p 228-229
- 17 SAULS, W. JULIAN; CAMPBELL, W.C. Fruit crop fact sheet. The tamarind FC-62. University of Florida. Institute of food and Horticultural Science.
- 18 SHIPPY, W.B. 1930 Influence of environment on the callusing of apple cuttings and grafts, America Journal Botany. 17:290-327.
- 19 ZERTUCHE, R. 1966. El tamarindo. El Surco (México) 2(7):7.

FACTORES CAPACIDAD-INTENSIDAD DEL SODIO EN SUELOS  
DE LA LLANURA PAMPEANA<sup>1</sup> /

---

C. Y. ANDREOLI\*  
N. PEINEMANN\*

Summary

*Beckett's quantity-intensity ratios for Na-Ca equilibrium have been calculated for selected soil samples from the Argentine pampas*

*In the soils studied where straight lines were obtained for the Q/I ratios for Na, the comparison with those obtained for K suggests that these soils have more affinity for K than for Na.*

*The slope of the Na-Q/I relation appeared to be unaffected by Na addition, but varied with the Ca concentration in the soil solutions*

Introducción

**A**ltos contenidos de sodio intercambiable son frecuentes en suelos de la llanura pampeana; en depresiones algunas veces éstos están asociados con sales solubles, mientras que en partes medias o más altas del relieve por lo general aparece como relicto de un estadio anterior. En este último caso la elevada saturación de los coloides del suelo con sodio causa problemas de dispersión, con un consecuente deterioro de las propiedades físicas y a veces simultáneamente como resultado de procesos de hidrólisis tiene lugar una alta alcalinidad

Estas condiciones afectan la fertilidad de dichos suelos y persistirán hasta tanto no se reemplace parte del sodio intercambiable por cationes bivalentes y de este modo mejoren las propiedades físicas de los coloides

La relación capacidad/intensidad de un catión permite conocer la cantidad del mismo en la fase sólida y su relación con el contenido en la solución del suelo

Tinker (8). encontró que la relación de actividades ( $AR^{Na}$ ) de la solución en equilibrio con el suelo permitía conocer la disponibilidad inmediata del sodio, por lo que es una medida de intensidad.

Nafady y Lamm (7) sugirieron que la isoterma de intercambio puede presentarse mediante un gráfico donde la variación del sodio intercambiable se vincula con la relación de actividades  $AR^{Na}$ ; estableciéndose así directamente el factor capacidad del factor intensidad del sodio.

Diferentes suelos con el mismo valor de  $AR^{Na}$  pueden no presentar la misma capacidad para mantener dicha relación si el sodio es eliminado por procesos de intercambio y lavados, o si es incorporado por diversos aportes

El presente trabajo tiene por objeto verificar la aplicabilidad de la relación capacidad/intensidad para el sodio mediante las relaciones entre actividades Na - (Ca + Mg) y distintas variables que inciden en esta técnica

Materiales y métodos

Para este estudio se seleccionó muestras de suelo provenientes de distintas localidades del sur de la Provincia de Buenos Aires. las que ofrecían una

---

1 Recibido para publicación el 23 de agosto de 1985

\* Departamento de Agronomía Universidad Nacional del Sur 8000 BAHIA BLANCA. Argentina

amplia variación en sus propiedades fisicoquímicas (Cuadro 1) Como casos extremos merecen citarse un suelo arcilloso ("A") con amplio predominio del sodio sobre el potasio intercambiable, y un suelo arenoso ("C") con predominio de potasio sobre el sodio intercambiable

A fin de verificar el comportamiento de la relación capacidad/intensidad bajo condiciones variables, fueron realizadas las siguientes experiencias:

a) Efecto de la concentración de  $\text{CaCl}_2$ : se efectuó distintas series de suspensiones (1:2) en las que la concentración de  $\text{CaCl}_2$  era mantenida constante, mientras que  $\text{NaCl}$  era variado. Así, cinco gramos de suelo fueron tratados con 50 ml de  $\text{CaCl}_2$  0.004 M y 50 ml de  $\text{NaCl}$  con concentración variable entre 0 - 0.05 M. Luego de 30 minutos de agitación se centrifugó y en el sobrenadante fueron determinados  $\text{Na}$  por fotometría de llama y  $\text{Ca} + \text{Mg}$  por volumetría con EDTA 0.01 N.

Bajo condiciones similares fueron preparadas dos series de suspensiones usando  $\text{CaCl}_2$  0.001 y 0.1 M respectivamente y manteniendo la concentración de  $\text{NaCl}$  variable y demás condiciones como en el caso descrito.

b) Efecto de la incorporación de  $\text{Na}$  al suelo: se agregó a porciones de suelo  $2.5 \cdot 10^{-4}$  meq  $\text{Na/g}$ , se dejaron en equilibrio 48 horas y luego se secaron a  $40^\circ\text{C}$  y molieron. Muestras de cinco gramos del suelo anterior fueron tratadas con 50 ml de  $\text{CaCl}_2$  0.004 M y 50 ml de  $\text{NaCl}$  con concentración variable entre 0-0.05 M como en a)

c) Efecto del tiempo de equilibrio: series de cinco gramos de suelo tratadas con 50 ml de  $\text{CaCl}_2$  0.001 M y 50 ml de  $\text{NaCl}$  con concentración varia-

ble entre 0-0.05 M fueron sometidas a 30; 60; 120 y 300 minutos de equilibrio, procediéndose luego como en a)

d) Efecto de la relación suelo: solución: cantidades variables de suelo (1-10 g) fueron tratadas con 50 ml  $\text{CaCl}_2$  0.004 M y 50 ml  $\text{NaCl}$  con concentración variable entre 0-0.05 M y se procedió como en a)

### Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se presenta los diferentes parámetros de la relación capacidad/intensidad del sodio y potasio al ser tratadas las muestras con soluciones de  $\text{CaCl}_2$  0.004 M.

Análogo a resultados obtenidos por Nafady (6) con suelos de Egipto, los valores de  $\text{Na}_0$  son superiores a los correspondientes  $\text{K}_0$  para los suelos A y B; por el contrario estos son inferiores en los suelos C y D. Los valores de  $\text{PTNa}$  son inferiores a los  $\text{PTK}$  para todos los suelos estudiados, probando que en estos el sodio está más débilmente adsorbido que el potasio. El mayor valor de  $\text{PTNa}$  se observa en la muestra que contiene alta concentración inicial de sodio intercambiable (A).

De igual manera que ocurre con el potasio (Beckett, (4); Aboulroos (1); Andreoli y Peinemann, (3) los valores de  $[\Delta\text{Na}]_{\text{AR} + \text{O}}$  son similares a los contenidos de sodio intercambiable obtenidos mediante el método convencional (acetato de amonio 1N a pH 7).

Como se observa en la Figura 1, las relaciones varían para los diferentes suelos, dependiendo de distintas propiedades de los mismos (contenido de diferentes cationes intercambiables, arcilla, otros). En todos

Cuadro 1. Principales características de los suelos.

SUELO	arc. %	MO %	$\text{CaCO}_3$ %	CIC meq/ 100 g	CE mmhos/ cm	pH	Na soluble	K	Na interc.	K
							meq/100 g			
A	66	1.7	1.0	36.4	2.6	9.0	3.8	0.1	20.7	1.8
B	44	1.8	0.2	30.4	1.4	7.1	3.0	0.3	3.2	2.6
C	8	1.8	1.4	15.1	0.3	7.2	0.1	0.1	0.1	0.9
D	26	3.1	0.3	19.1	0.2	5.7	0.1	0.1	0.5	1.9

Suelo A: Horizonte  $\text{B}_{2t}$  de un Argiudol véctico petrocálcico próximo a la localidad de Copetonas (Prov. de Buenos Aires).

Suelo B: Horizonte  $\text{IB}_{21t}$  de un Argiudol típico. Sierra de la Ventana (Prov. Buenos Aires).

Suelo C: Horizonte  $\text{A}_{12}$  de un Haplustol petrocálcico próximo a la localidad de Bahía Blanca (Prov. Buenos Aires).

Suelo D: Horizonte  $\text{A}_{12}$  de un Agrudalf típico próximo a la localidad de Gonzales Chaves (Prov. Buenos Aires).

Cuadro 2. Relación Capacidad/Intensidad de sodio y potasio en las muestras estudiadas.

SUELO	PT <sup>Na</sup>	Na <sub>o</sub>	Relación C/I del Na		PT <sup>K</sup>	K <sub>o</sub>	Relación C/I del K	
	meq/100g $\sqrt{M/l}$	$\sqrt{M/l}$	Na <sub>int</sub> * meq/100 g	[ΔNa] <sub>AR=0</sub>	meq/100 g $\sqrt{M/l}$	$\sqrt{M/l}$	K <sub>int</sub> * meq/100 g	[ΔK] <sub>AR=0</sub>
A	158	0.24	20.7	38.0	350	0.005	1.8	1.8
B	6	0.675	3.0	4.0	217	0.014	2.6	3.0
C	50	0.001	0.06	0.05	224	0.006	0.9	1.3
D	62	0.016	0.5	1.0	143	0.025	1.9	3.5

\* Extraídos con acetato de amonio 1N a pH 7

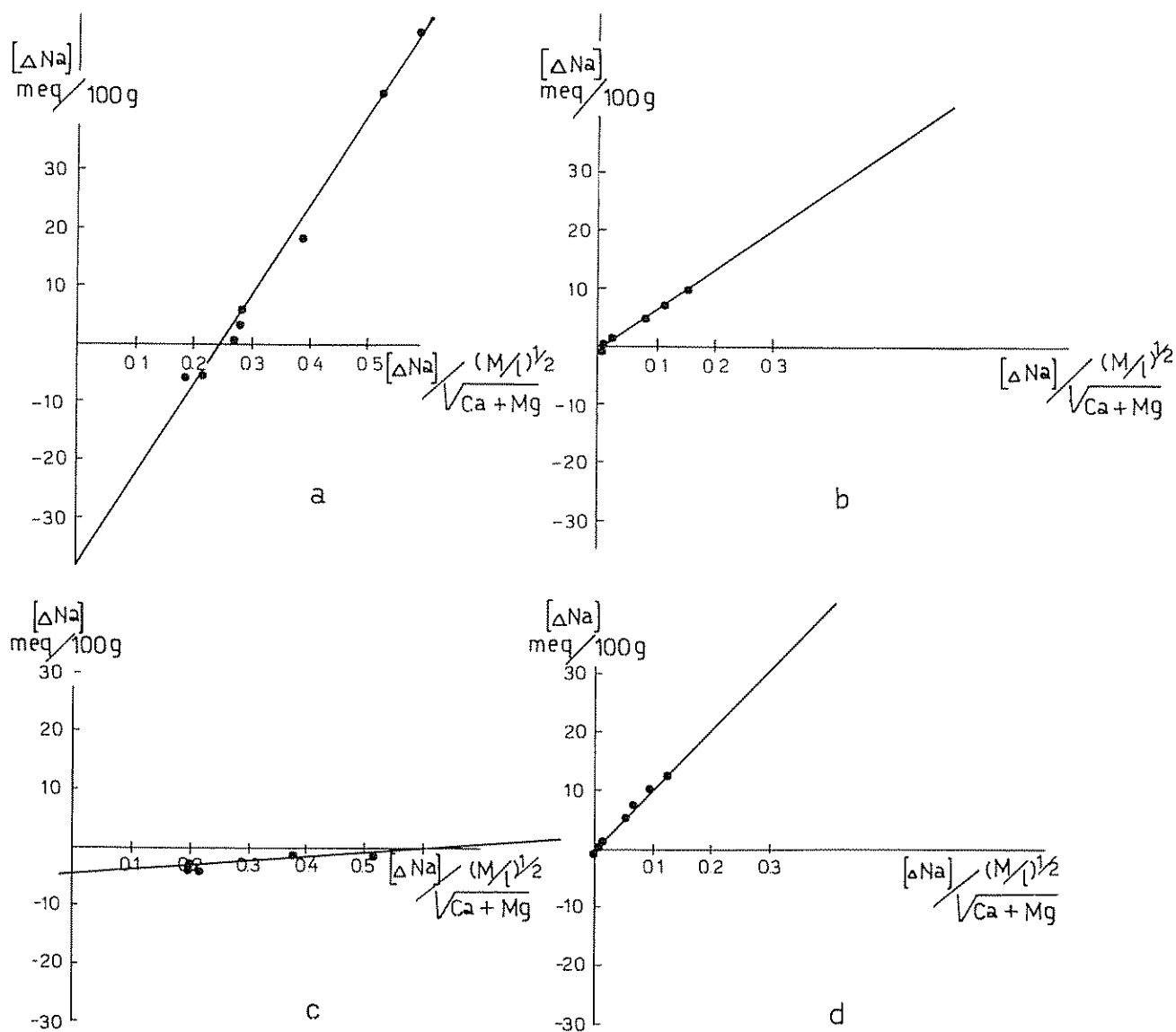
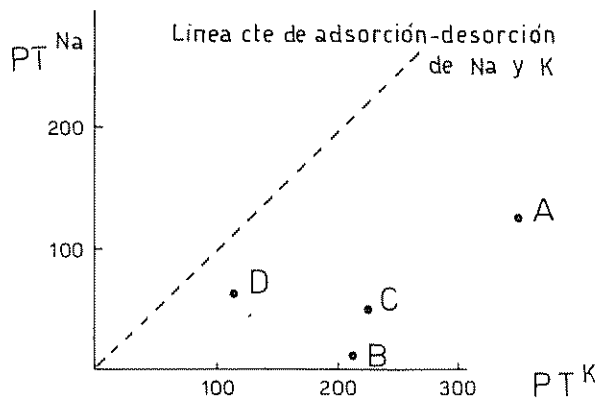


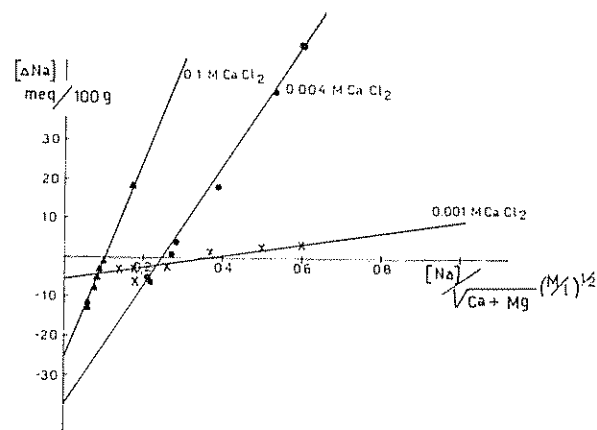
Fig 1. Relación C/I del Na en los diferentes suelos: a) Suelo A; b) Suelo B; c) Suelo C; d) Suelo D

Fig 2 Relación entre  $PT^{Na}$  y  $PT^K$ 

los casos las curvas se presentan en forma lineal, similares a las obtenidas para la relación C/I del Na por Aboulroos (1), y a las representaciones C/I del K Andreoli y Peinemann (3); Andreoli (2). La mayor selectividad del potasio por los sitios de intercambio se visualiza al representar los valores de  $PT^{Na}$  en función de los  $PT^K$  (Fig 2) ya que todos los puntos están ubicados por debajo de la línea constante de adsorción-desorción de los cationes por los coloides del suelo

El comportamiento del sodio adsorbido y su intercambio con el calcio está en función de la concentración de éste último en la suspensión (Fig. 3). Cuanto mayor es la concentración de Ca tanto mayor es el intercambio Na-Ca permitiendo un alto pasaje de sodio intercambiable a la solución. Inversamente a los resultados obtenidos por Nafady (6<sub>a</sub>); Nafady y Lamm (7), que no obtuvieron influencia de la concentración de calcio sobre las curvas C/I del sodio, se observa que la curva capacidad/intensidad en este caso tiene menor pendiente cuando menor es la concentración del calcio en la solución. Esto indica que las mismas, en este caso, no responden a la ley de relaciones de actividad, dependiendo sólo de la concentración de ambos cationes en el medio suelo: solución y de la capacidad de intercambio de los coloides del suelo

Para analizar las posibles variaciones en la relación capacidad/intensidad del sodio para un suelo cuando a éste se incorpora este catión, en el Cuadro 3 se presenta los valores de  $PT^{Na}$ ,  $[\Delta Na]_{AR=0}$  y  $Na_0$  de distintas aplicaciones de sodio efectuadas al suelo A. Coincidente con resultados obtenidos por Nafady (5<sub>b</sub>), los valores de  $[\Delta Na]_{AR=0}$  y  $Na_0$  se incrementan con el aumento del sodio incorporado pasando mayor proporción a la forma intercambiable. Los valores de  $PT^{Na}$  (Fig 4) aumentan ligeramente con el contenido del sodio inicial, produciendo curvas

Fig 3 Relaciones C/I con diferentes concentraciones de  $CaCl_2$ .

suficientemente paralelas como para considerar que las formas de la relación C/I no han sido afectadas

Para verificar las condiciones de equilibrio en el intercambio  $Na - Ca + Mg$ , se estableció diferentes tiempos de agitado, observando una baja influencia de la variación de estos con leve disminución de su capacidad tampón a medida que aumenta el tiempo de agitado (131,4; 46,4; 40,0 y 30,0 para 30; 60; 120 y 300 minutos respectivamente), por lo que se puede considerar como suficiente para el equilibrio suelo: solución entre 30 y 60 minutos

Si se estudia la relación  $[Na] / [Ca + Mg]^{1/2}$  (Cuadro 4) en función de la densidad de la suspensión para suelos con diferente contenido inicial de sodio intercambiable, se observa que a mayor cantidad de muestra aplicada es mayor el intercambio catiónico con importante adsorción de cationes bivalentes, disminuyendo el poder tampón en el mismo sentido. Los valores de  $Na_0$  indican el contenido total de sodio en la muestra aumentando a medida que se incrementa la relación suelo:solución. Si se compara el comportamiento entre ambos suelos estudiados, el grado de liberación del sodio y adsorción de cationes bivalentes es mayor en el suelo A.

### Conclusiones

Si bien es conocida la eficiencia de la incorporación del calcio en suelos alcalinos, se observa la importancia de la aplicación de altas dosis para el intercambio Na-Ca y el pasaje de Na a la solución.

Con aplicación de sodio a las muestras no se modifica la relación C/I, obediendo a la ley de relación de actividades. Efecto inverso se observa con diferentes aportes de calcio a la solución del suelo, que si

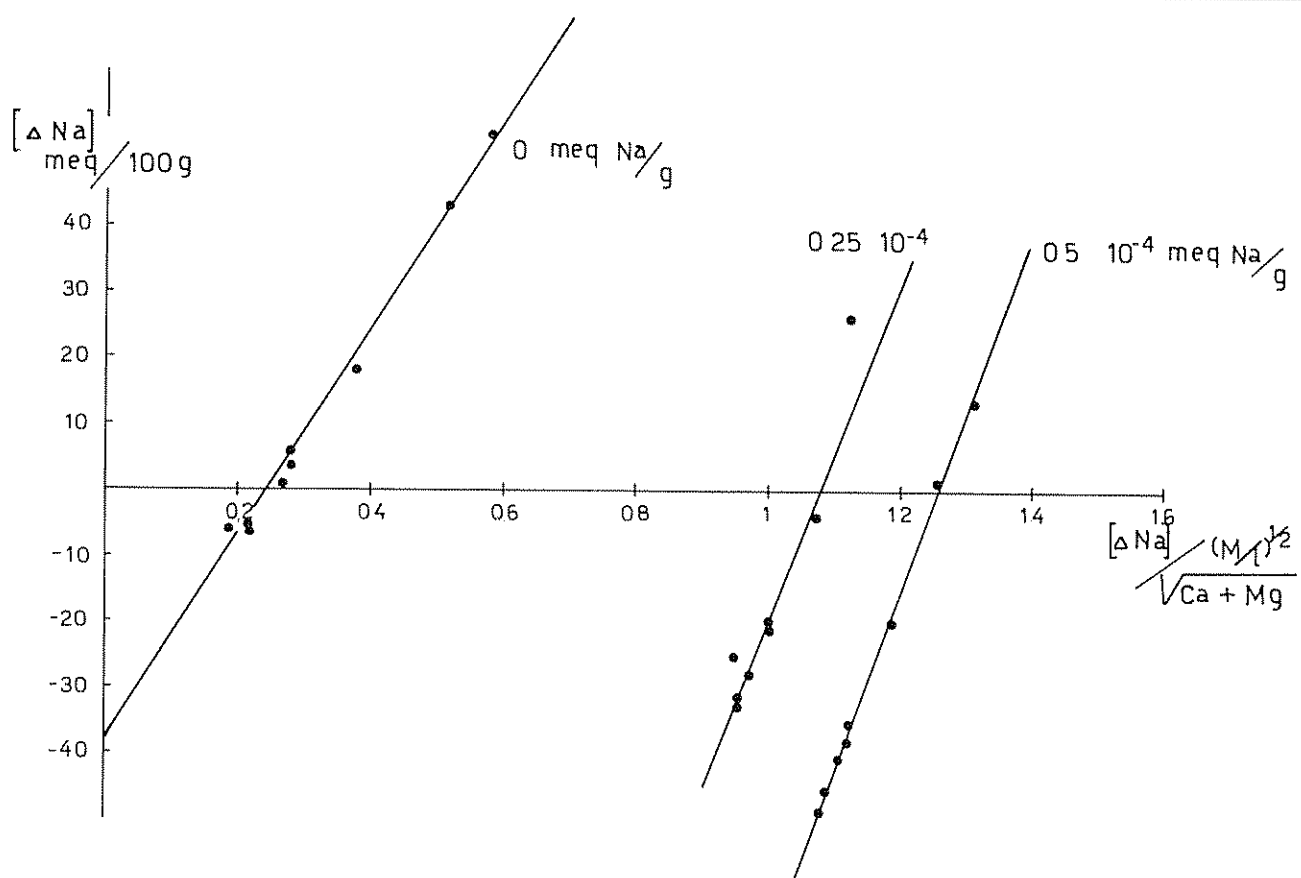


Fig. 4. Relaciones C/I para diferentes contenidos de Na absorbido

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de sodio en la relación Capacidad/Intensidad del suelo A.

Na aplicado meq/Na . 10 <sup>-4</sup>	PT <sup>Na</sup> meq/100 g $\sqrt{M/l}$	Na <sub>0</sub> M/l	[ΔNa] <sub>AR=0</sub> meq/100 g
0	158	0 240	38
2.5	205	1 082	222
5.0	227	1 260	287

bien no responden a dicha ley en los casos estudiados, cuando varía la concentración la incorporación del mismo permite mayor intercambio con el sodio adsorbido por los coloides del suelo.

Todos los suelos tienen menor capacidad también a los cambios de la concentración del sodio que del potasio, por lo que se infiere que es menor el número de sitios de intercambio específicos para el sodio que para el potasio

Las pendientes de las relaciones capacidad/intensidad dependen de la suma de propiedades edáficas de cada suelo, no observándose relación definida con cada uno de ellos aisladamente. Por otro lado, no se producen variaciones en el PT<sup>Na</sup> y el tiempo de agitado pero sí es apreciable con la cantidad de muestra utilizada.

Por las características halladas se puede deducir que la relación C/I del sodio puede ser usada para analizar la evolución y comportamiento del mismo en suelos

### Resumen

En suelos de la llanura pampeana se estudió las relaciones de equilibrio Na-Ca aplicando los parámetros capacidad e intensidad propuestos por Beckett.

En todos los casos estudiados se obtuvo gráficos diferentes para los distintos suelos, observándose que en todos representaban una función lineal, los que

Cuadro 4. Influencia de la relación suelo:solución en el intercambio Na - Ca + Mg.

SUELO	Muestra g	Relación suelo:solución	$PT^{Na}$ $\frac{meq/100\ g}{\sqrt{M/I}}$	$[\Delta Na]_{AR=0}$ meq/100 g	$Na_0$
A	10	1:100	1 186	17.8	0.015
	25	1:40	700	24.5	0.035
	100	1:10	316	23.5	0.074
C	10	1:100	3 133	4.7	0.0015
	25	1:40	1 400	3.5	0.0025
	100	1:10	480	1.2	0.0025

comparados con los obtenidos para el potasio indicaría una mayor afinidad para este último. Se comprobó que diferentes contenidos de sodio en el suelo no afectaron la pendiente de la relación C/I, mientras que debido a diferentes concentraciones de calcio en el medio su comportamiento se apartaba de la ley de relación de actividades.

Palabras clave: intercambio catiónico; isoterma de equilibrio; poder tampón

#### Literatura citada

1. ABOULROOS, S. A. (1975); Sodium-calcium and magnesium exchange equilibria in soils. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 6:551-562.
2. ANDREOLI, C. Y. 1983; Potasio en suelos de una secuencia climática. Tesis Magister en Ciencia del Suelo.
3. ANDREOLI, C. Y.; PEINEMANN, N. 1983. Fracciones de potasio y condiciones de equilibrio en suelos del sur de la llanura pampeana". Revista Ciencias del Suelo (en prensa)
4. BECKETT, P. H. T. 1971; Potassium potential; a review. Soil testing and plant analysis. Berne.
5. NAFADY, M. H. 1970a; Studies on sodium-calcium exchange equilibria. Danish soils. I. The equilibrium activity ratios and the quantity/intensity relationships of sodium in marsh soils. Anales de Edafología y Agrobiología, 38:1 237-1 245.
6. NAFADY, M. H. 1979b; 2. The form of sodium exchange isotherm, its properties, and the effect of some treatments. Anales de Edafología y Agrobiología, 38:1 247-1 259.
7. NAFADY, M. H.; LAMM, C. G. 1972. Studies on sodium-calcium exchange equilibria in a typical Egyptian soil: 1. Confirmation of the ratio law: Quantity/Intensity relationship: Form and measurement. Soil Science, 114:222-228.
8. TINKER, P. B. 1966; The relationships of sodium in the soil to uptake of sodium by sugar beet in the greenhouse and to yield responses in the field. Comm. II and IV Int. Soc. Soil Sci. (Aberdeen), p. 223-229.

# COMUNICACIONES

## Daños causados por insectos en fustes de especies maderables en los bosques de Moquehue<sup>1</sup>.

**Summary.** The research for this paper was conducted in an area of the Andean-Patagonian or subantarctic forest region of Argentina. The purpose of the study was to collect data on the health of species of industrial interest. The study went beyond a simple classification of the forests as "healthy" or "sick", which has been used in the past, and paid greater attention to the cause of damage and to the behavior of causal agents.

The timber, which is the most useful part of the forest for industrial purposes, was judged for damage on the basis of preselected priorities.

In the region under observation, the coigue, or Chilean beech tree did not show major damage in the wood. The timber and principal branches of the lenga tree were subject to damage by long-horned beetles (Coleoptera: Cerambycidae) and therefore were of lesser industrial value. This damage was detected by the presence of woodpecker (Aves: Picidae) holes. The araucaria also showed insect damage in trees and green logs. Bark loss in these trees was associated with various causes, including the presence of bark beetles *Hylurgonotus brunneus* Schedl. (Coleoptera: Scolytidae), producing a worm-eaten appearance.

The appendix indicates the varieties of Cerambycidae beetles caught in the location where observations were made.

La región de los Bosques Andino-patagónicos de la Argentina se extiende casi desde el norte de la provincia del Neuquén hasta la Isla de los Estados. Su ancho, desde el límite con Chile hacia el este, alcanza un máximo de 75 km a la altura del lago Lácar (Provincia del Neuquén), siendo mínimo y hasta nulo en distintas partes de las provincias de Chubut y Santa Cruz (2).

<sup>1</sup> Trabajo realizado con financiamiento de la Dirección General de Bosques de la provincia del Neuquén y de la SECYT.

Los antecedentes referidos a daños por insectos en la flora de esta región son escasos y de antigua data. Las principales publicaciones no exclusivamente taxonómicas, con indicación de daños, para toda la región, son: Monrós (5), quien menciona coleópteros xilófagos y los relaciona con sus huéspedes, para la Isla Victoria. Havrylenko y Wintherhalter (3) ilustran insectos perjudiciales y útiles del Parque Nacional Nahuel Huapi. Bosq (1), se ocupa de los *Cerambycidae* de la zona de San Martín de los Andes (Neuquén). Santoro (11) enumera los *Cerambycidae* más frecuentes que atacan troncos y rollizos verdes en los bosques subantárticos de la Argentina.

Por último, después de iniciado este trabajo, Scott C. y Peña (12) publicaron una revisión de los *Cerambycidae* asociados a *Nothofagus* spp. en Chile y Argentina y para el primero de los países señalaron nuevas observaciones sobre algunas especies.

En la Comarca Moquehue, comprendida en la región en consideración, no existen antecedentes sobre daños de insectos en sus bosques. El estudio dasocrático del área (8) respecto del estado sanitario sólo menciona: "bueno", "regular" o "malo" para cada especie maderable, sin indicar el origen o causa de las afecciones, ni cuantificar cada grado.

### Objetivos

La planificación del trabajo fue orientada a la detección de síntomas sobre los árboles de interés industrial que permitieran estimar con alguna certeza la aptitud del ejemplar que los presentara, procurando alcanzar así mayor precisión que la simple clasificación "forestal" en "sanos" y "enfermos".



Debido a la necesidad de tomar decisiones sobre el manejo de las masas forestales estudiadas, se estableció como prioridad conocer el estado actual y el valor industrial de ellas. En virtud de esto se puso énfasis en determinar los principales daños causados por insectos al fuste, la parte aprovechable más importante del árbol.

### Materiales y métodos

En virtud de los pocos antecedentes existentes, se inició las observaciones atendiendo a criterios independientes que condujeran a los objetivos propuestos.

#### A) Breve descripción del lugar de las observaciones

Los bosques donde fueron realizadas las observaciones se encuentran en el denominado "Cuartel Lago Moquehue" (Depto. Aluminé, Neuquén), comprendiendo en su mayor parte a las laderas de las montañas que rodean a dicho lago y a los valles por los que corren sus afluentes.

El lago Moquehue está a 1 130 m snm y el bosque se extiende desde esa costa hasta los 1 700 m snm (8). Los rodales de valor industrial están normalmente sobre las laderas, generalmente de pronunciadas pendientes. Las especies de interés comercial que se encuentran son: una Araucariaceae: *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch, ("pino", "araucaria" o "pehuén") y dos Fagaceae: *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, ("lenga") y *N. dombeyi* (Mirb.) Blume, ("coihue"). Las dos primeras se encuentran normalmente asociadas hasta el límite altitudinal del bosque, aunque más allá de los 1 600 m snm aproximadamente, dejan de tener valor comercial debido a su forma y porte. El "coihue" se encuentra en lugares húmedos, "cañadones" e inmediaciones de arroyos hasta una altitud de 1 350 a 1 400 m snm. Las zonas bajas y llanas están ocupadas por *Nothofagus antarctica* (Forst. f.) Oerst., ("nire"), de poco valor en esta comarca, a veces asociado a *A. araucana*, pero aquí ésta se presenta con baja densidad, tipo "parque", lo que hace que tome la forma específica, de muy escaso aprovechamiento.

Hranilovich (8) señala los siguientes datos para el área: temperatura media oscilante entre 8°C y 10°C. Las máximas medias son superiores a 20°C (enero y febrero); las mínimas medias (julio y agosto), inferiores a 0°C. No hay período libre de heladas. Precipitaciones: los meses más lluviosos son mayo, junio, julio y agosto (con abundantes nevadas) y los más secos: diciembre, enero y febrero. La zona está entre las isohietas de los 1 600 y los 1 000 mm, disminuyendo las precipitaciones desde la frontera con Chile hacia el Este. Los vientos predominantes son del O y del SO.

#### B) Detección de síntomas indicadores

Con este fin, desde el verano de 1977/1978, se recorrió distintos lugares: rodales, playas de acumulación de rollizos y aserraderos. Las observaciones sobre árboles en pie y rollizos eran relacionadas con el estado del interior del fuste en los aserraderos, donde se presenciaba el aserrado de aquéllos.

### Resultados

**Coihue:** Sobre esta especie no se observó hasta el momento, tanto en fustes de árboles en pie como en rollizos y productos aserrados, daños importantes provocados por insectos. Es necesario aclarar que esta especie es cortada en mucha menor proporción que las dos restantes para la obtención de tablas, por razones de mercado.

**Lenga:** El síntoma más característico que denuncia rápidamente un estado avanzado de deterioro del árbol, y en particular de su tallo, es la presencia en éste, o en las ramas principales, de orificios de forma cónica, con una abertura exterior de unos tres a seis centímetros y de una profundidad similar, producidos por "pájaros carpinteros" (Aves: Picidae) (Fig. 1). Olrog (6) cita para la zona cuatro especies de estas aves: *Colaptes pitius cachinanus* Wetmore et Peters ("carpintero overo"); *Ipocrantor magallanicus* (King), ("carpintero negro"); *Dyctiopicus lignarius* (Mol.), ("carpintero chico del Sur") y *D. mixtus berlepschi* (Hellmyr), ("carpintero chico").

Se presenció el aserrado de numerosas lengas; la mayor parte de ellas denotaban las perforaciones señaladas y otras no mostraban esos síntomas externos. En el primer caso podía observarse galerías longitudinales de sección longitudinal a ligeramente elíptica y de aproximadamente 1.5 a 2 cm de diámetro, cuya

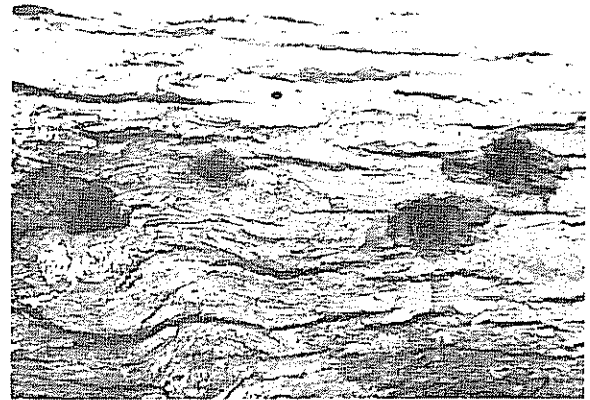


Fig. 1 Orificios causados por "pájaros carpinteros" (Aves: Picidae) sobre el fuste de *N. Pumilio* (lenga)

longitud frecuentemente superaba a la mitad de la del fuste (Fig. 2) Los tablones y tablas que se obtenían eran de muy escaso valor; es más, en gran parte eran desechados pues además de las galerías presentaban podredumbres

En las galerías fueron capturadas algunas larvas que quedaron visibles durante el aserrado y su morfología indicaba que pertenecían a los insectos comúnmente llamados "taladros" (Coleoptera : Cerambycidae). En un apéndice se cita los insectos de esta familia capturados durante el desarrollo de las actividades.

Los ejemplares que no presentaban orificios, alrededor del 15% , se encontraban en un estado bastante satisfactorio

Los individuos que presentan los síntomas descritos normalmente tienen alguna parte de la copa muerta y muestran un estado vegetativo pobre.

**Pino, araucaria o pehuén:** Respecto a esta conífera solamente se ha detectado un daño de origen entomológico que afecta a la parte aprovechable del árbol; se trata del conocido comúnmente como "apolillado"

El síntoma característico de esta afección es la presencia de orificios de unos dos a tres milímetros de diámetro con una densidad aproximada de 40 orificios/100 cm<sup>2</sup>, en las partes carentes de corteza por debajo de ésta, en las áreas adyacentes. Por debajo, visible cuando se desprende parte del leño por estar sumamente deteriorado, se observa un verdadero laberinto de galerías de igual sección y muy próximas entre sí. Cuando la afección es vieja se encuentra acompañada por podredumbre.

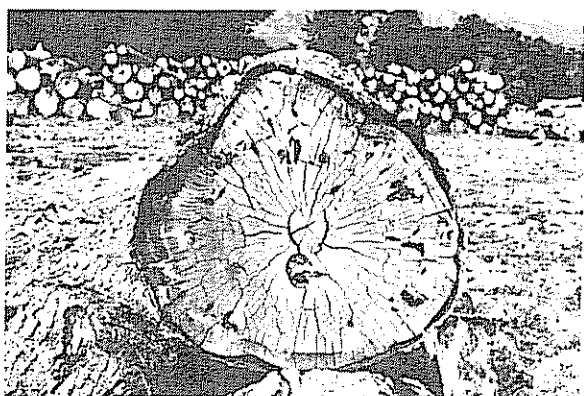
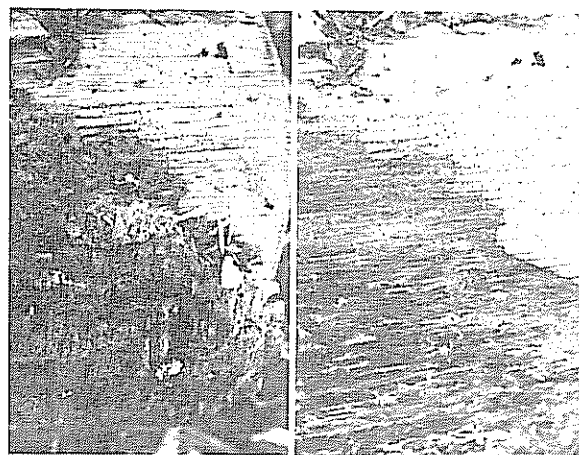


Fig 2 Extremo de un rollizo de lenga, donde se observan numerosas galerías producidas por "taladros" (Col.: Cerambycidae)

Adultos capturados en esas partes afectadas fueron clasificados por el Prof. Luis Cerda (U. Austral de Chile, Valdivia) como *Hylurgonotus brunneus* Scheld (Coleoptera: Scolytidae). Esta especie fue descrita en 1951 (13, 14).

Después de muchas observaciones en el bosque, y correlacionándolas con otras en playas de acumulación de rollizos, parece evidente que el insecto que provoca este daño solamente actúa en aquellas partes del árbol donde éste por diversas causas deja expuesto el leño. Por otro lado, prácticamente no se han observado superficies de leño expuestas que no denoten el síntoma característico de la presencia de la "polilla"; así es que se le encuentra en "tocones" o "cepas", rollizos abandonados (Figs. 3 y 4), árboles muertos, caídos o en pie, etc. En ejemplares vivos se encuentran afectadas solamente las áreas coincidentes con falta de corteza y liber y sus adyacencias, como puede verse en la Fig. 5. Los rollizos estacionados, cuyos extremos representan cortes transversales del tallo a distintas alturas, también señalaban los daños en las partes que exponían el leño y siempre se limitaba a esas áreas.

En rollizos cortados en enero, unos diez días antes, se observó adultos de este Scolytidae en los extremos (los cortes) iniciando perforaciones de las que se desprendía aserrín, el que quedaba adherido a la resina que axuda abundantemente *A. araucana*. Personas con larga experiencia en trabajos de corta en el lugar manifestaron que el no separar los rollizos al trozar el árbol favorece notablemente el ataque de este insecto



Figs 3 y 4 Rollizo abandonado durante dos años, de *Araucaria araucana*. Pueden verse el síntoma característico del ataque de *H. brunneus* en el sector carente de corteza. (izq.) A la derecha se observa el mismo rollizo sin corteza, con las perforaciones típicas en el área adyacente a la inicialmente desprotegida



Fig. 5. "Cepa" de una araucaria recientemente apeada en la que se ve claramente que el área "apolillada", coincide con la falta de corteza (der). En el resto del perímetro del tallo, con corteza, no se observan orificios ni galerías.



Fig. 6. Araucarias afectadas por un incendio en las que se ve el leño expuesto por deterioro de la corteza, el que de esta manera es atacado por *H. brunneus* Schedl.

y que en cierto momento se vieron obligados a pulverizar con insecticidas los cortes, para evitar daños importantes.

En rodales afectados por el fuego, debido a los severos daños que éste hace en las cortezas, se notó una alta incidencia de especímenes apolillados, tanto en árboles en pie (Fig. 6), como en caídos, estos generalmente en un avanzado estado de descomposición. Lo mismo se verificó en rollizos abandonados durante años.

Con el objeto de confirmar lo observado se realizó una pequeña experiencia. Se tomó tres trozos de tallo de *araucaria* de unos 30 a 35 cm de diámetro y unos 40 cm de longitud. A todos se les aplicó aceite de lino en sus extremos para evitar el "apolillado" por los cortes. El primero fue dejado así como testigo; al segundo se le eliminó la corteza (llamada "choro" por la gente del lugar), manteniéndose el liber ("tocino" en el lenguaje del lugar) y al tercero se le eliminó en parte los dos tejidos mencionados, quedando así parte del leño expuesto. Depositados en el bosque en marzo de 1980, fueron inspeccionados en febrero de 1981. Se comprobó que el único que presentaba síntomas de ataque de *H. brunneus* era el trozo descrito en tercer término.

Todas estas observaciones respecto de las condiciones que favorecen el ataque de *H. brunneus* son coincidentes con las que describe Rühm (9), quien menciona que utiliza como lugares de oviposición araucarias de varios siglos de edad, en pie, pero dañadas por nieve y temporales, o ejemplares que han sido tumbados por estos últimos.

Asociados a *H. brunneus* se colectó dos Curculionidae: *Araucarius minor* Kuschel y *A. medius* Kus-

chel, que viven en la floema (líber) sin atacar al leño, de árboles dañados o caídos y rollizos de reciente corta, pero que no atacan a ejemplares sanos (4, 10). Asimismo se encontró, en enero, adultos de un Carabidae, al parecer sp. nov., junto con las tres especies anteriores.

No se observó, sobre esta conífera, daños del tipo que provocan los "taladros" (Col.: Cerambycidae).

### Conclusiones

De las observaciones realizadas, surge lo siguiente para la Comarca Moquehue:

**Coihue:** El fuste no presenta mayores problemas originados por insectos.

**Lenga:** Se obtiene elementos objetivos, síntomas, para determinar sobre individuos en pie, la aptitud industrial de los rollizos a obtener, pues la presencia de "taladros" (Col.: Cerambycidae) equivale a una muy baja, casi nula, utilidad industrial.

**Araucaria:** Las pérdidas de madera causadas por insectos en árboles en pie y rollizos verdes están ligadas a la presencia de *Hylurgonotus brunneus* Schedl (Col.: Scolytidae) y a la exposición del leño, por deterioro de la corteza y otras causas. Asimismo se puede considerar "apolilladas" todas las áreas de leño no protegidas.

### Apéndice

#### Cerambycidae capturados en la comarca Moquehue

El material recolectado fue clasificado en el Instituto Patagónico de Ciencias Naturales, de San Martín

de los Andes, Neuquén, por el Sr. Mario Gentili, con base a la colección allí existente, clasificada por destacados especialistas.

### Prioninae

*Microphorus calverti* Phil.

Peña (7) dice que se le ha encontrado "viviendo en partes secas de araucaria".

*Microphorus magellanicus* Bln.

Monrós (5) indica: "larva en madera muerta de radial y ciprés. Con menor frecuencia en coihue". Havrylenko (3) cita que es taladro de maderas muertas y enfermas de ciprés, radial y con menor frecuencia coihue y ñire y que sus larvas destruyen la madera convirtiéndola en polvo amarillo.

Bosq (1) señala: "La especie es de Chile y de la Argentina se desarrolla en maderas muertas de los *Nothofagus antarctica*, *dombeyi* y *pumilio*". Santoro (11) la incluye entre las especies de taladros que atacan troncos y rollizos verdes de *Nothofagus* spp. En Moquehue, se encontró pupas en ramas secas de lenga.

### Lepturinae

*Callisphyris molorchoides* (Guér.)

Bosq (1) la cita sin señalar hospedante ni otro dato biológico; al parecer son desconocidos.

*Lautarus concinnus* (Phil.)

Según Bosq (1) se encuentra desde Neuquén hasta Santa Cruz. Havrylenko (3) la señala como muy dañina para el ñire; dice: "cada tallo de un árbol de 20 a 40 cm de grosor contiene varias larvas, las que con sus grandes galerías (1-3 cm) perforan e utilizan la madera; además facilitan la infección por hongos que aceleran la desintegración de la madera y acorta la vida del árbol". Los ejemplares capturados en Moquehue se encontraron asociados a trozos de lenga que, como se indicó, presentaban síntomas muy similares a los que Havrylenko señala para el ñire.

Scott y Peña (12) citan a esta especie asociada a otros *Nothofagus* spp., pero no a la lenga, de manera que éste parece ser el primer registro sobre *N. pumilio*.

Peña (7) dice que es muy difícil de encontrar; (se refiere al adulto). Santoro (11) la incluye entre los taladros referidos en *M. magellanicus*.

### Cerambycinae

*Callideriphus laetus* Bln.

De acuerdo con Havrylenko (3): ataca a madera muerta o enferma, como taladro de gajos y tallos delgados de coihue y maqui (*Aristotelia maqui* L'Hérit.) y otras especies. Según Bosq (1) es polífaga y ataca tanto árboles y arbustos autóctonos como cultivados.

*Calydon submetallicum* Bln.

Se encontró ejemplares adultos en áreas donde la única fagácea era *N. pumilio* ("lenga").

Havrylenko (3) la señala como taladro de coihue y ñire y otras especies, con preferencia madera muerta. Aporta datos sobre su biología. Monrós (5) indica: "La larva perfora galerías en coihue vivo y muerto" y Bosq (1) que dice es una de las especies más frecuentes y abundantes, chileno-argentinas.

Según Peña (7): "Frecuenta los troncos recién caídos de especies de Fagáceas, donde oviposita". Scott y Peña (12) mencionan que obtuvieron numerosos adultos criados en trozos de *N. obliqua* ("roble pelín") tomados de ejemplares caídos.

*Syllitus schajovskoi* Bosq

La descripción original de esta especie fue hecha por Bosq (1), quien refiere que se la encontró en Alumíné (Neuquén), en corteza de araucaria.

Se capturó otras tres especies de Cerambycidae que no han podido ser determinadas aún y que según M. Gentili (cm. pers.): "son raras y típicas de la zona de la araucaria".

### Resumen

La planificación de este trabajo, desarrollado en un sector de los denominados bosques Andino-patagónicos o Subantárticos de la Argentina, fue orientada a la obtención de elementos de juicio que permitieran apreciar el estado sanitario de las especies de valor industrial con un mayor alcance que la simple clasificación en "sanos" o "enfermos" que se ha utilizado con criterio "forestal", esto es, sin atender al origen de las infecciones y al comportamiento de los agentes causales.

Debido a prioridades establecidas, fueron determinados los principales daños causados por insectos sobre el fuste, principal parte aprovechable industrialmente.

Se determinó que en la comarca considerada el "coihue" no presenta daños de importancia en su madera, de origen entomológico. El fuste y las ramas principales de la "lenga" son atacados principalmente por "taladros" (Coleoptera: Cerambycidae) que hacen que tengan muy bajo valor industrial; esta afección es detectada por la presencia de orificios provocados por "pájaros carpinteros" (Aves: Picidae). Sobre "araucaria" se determinó que las pérdidas de madera en árboles y rollizos verdes causadas por insectos están relacionadas con el deterioro de la corteza por diversas causas y con la presencia de *Hylurionotus brummeus* Schedl (Col.: Scolytidae), causante del "apolillado".

En un apéndice se menciona los Cerambycidae capturados en el lugar de las observaciones

22 de octubre de 1984

H. E. GIGANTI\*

\* Facultad de Ciencias Agrarias, Un. Nac. del Comahue, C. C. 85, 8303 Cinco Saltos (R.N.), Argentina

#### Literatura citada

- 1 BOSQ, J.M. 1953. Longicórneos del Parque Nacional Lanín, zona de San Martín de los Andes y cercanía (Col.: Cerambycidae). An. del Museo Nahuel Huapi (Bs. As.) 3:69-87.
- 2 DIMITRI, M.J. 1972. La Región de los Bosques Andino-patagónicos. Sinopsis general colección científica. Tomo X. INTA. Bs. As. 381 p.
- 3 HAVRYLENKO, D.; WINTERHALTER, J. 1949. Insectos del Parque Nahuel Huapi. Bs. As. Administración Gral. de Parques Nacionales y Turismo. 53 p.
- 4 KUSCHEL, G. 1966. A Cossonine genus with barbeetle habits, with remarks on Relationships and Biogeography (Coleoptera Curculionidae) No. 7. Journal of Science 2(1):3-29.
- 5 MONROS, F. 1943. Algunos coleópteros de interés forestal observados en la Isla Victoria (Gob. del Neuquén) Revista de la Facultad de Agricultura y Veterinaria (Bs. As.) 10(3): 536-543.
- 6 OLROG, C.Ch. 1959. Las Aves Argentinas. Una guía de campo. Universidad Nacional de Tucumán Instituto M. Lillo. 345 p.
- 7 PEÑA, L.E. 1976. Guía para reconocer los coleópteros de Chile continental. Santiago de Chile. Edit. G. Mistral (Esta obra forma parte de los números 26 a 29 incl. de la publicación periódica: "Expedición a Chile"). 160 p.
- 8 PROVINCIA DEL NEUQUEN 1970. Dirección General de Bosques y Parques Prov. Estudios de revisión Cuartel Lago Moquehue. Ejecutor: Ing. For. Makso Hranilovich. Mecanografiado 35 p.
- 9 RÜHM, W. 1965. Brutbiologie und Morphologie einer Scolytidermerte als Voraussetzung einer newartigen Spezialisierung zweier Nematodenarten. Z. Angew. Ent. 55(3):264-275.
- 10 RÜHM, W. 1977. Rüsselkäfer (Araucarini, Cosaninae, Col.) mit einer Borkenkäfer (Scolytoidea) ähnlichen Brutbiologie an der Araucaria araucana (Mol.) Koch in Chile. Z. Angew. Ent. 84(3):283-295.
- 11 SANTORO, F.H. 1966. Panorama entomológico relacionado con la silvicultura y la tecnología forestal en la República Argentina. Rev. For. Arg. (Bs. As.) 10(2):53-59.
- 12 SCOTT CAMERON, R., PEÑA, L. 1982. Cerambycidae Associated with the host genus *Nothofagus* in Chile and Argentina. Turrialba 32(4):481-487.
- 13 SCHEDL, K. 1951. Fauna Argentinensis V. 96. Contribution to the morphology and taxonomy of the scolytoidea. Acta Zool. Lill. (Tucumán), 12:443-463.
- 14 SCHEDL, K. 1951. Chilenische Borkenkäfer I. (Coleoptera:Scolytoidea). Revista Chilena Entomologica, 1:15-28.

### Cinco especies de *Paspalum* (Gramineae) por obtención de plantas por cultivo *in vitro* de ovarios.

**Summary.** Excised ovaries of five *Paspalum* species 24, 76, and 100 hours after pollinization, were incubated on a Murashige and Skoog medium with 0.5 to 5% of sucrose. The cultures were kept at  $27 \pm 5^\circ\text{C}$ . for a 16 h photoperiod. The best results were obtained with ovaries 100 hours after pollinization. The addition of high levels (5%) of sucrose resulted in an increase of the growth of the plants with good shoots and roots. No response of the ovaries was observed with the addition of ANA, K, and  $\text{AG}_3$  to the medium. Ovaries from *P. ionanthum* x *P. cromoerhizon* were cultured, some of them producing regenerated plants.

Una de las causas de la baja efectividad de los cruzamientos interespecíficos es el aborto de los embriones después de la polinización. La aplicación de la técnica del cultivo *in vitro* de tejidos, y en particular la de ovarios o de embriones, posibilitó el éxito de algunos cruzamientos (4, 5, 6). En algunos casos, como en el género *Paspalum*, la extracción de los embriones debe realizarse en un lapso corto después de la polinización. Este hecho hace que se deba cultivar embriones muy pequeños, cuya manipulación es dificultosa, por lo que se hace necesario optar por un explanto de mayor tamaño, como son los ovarios fecundados.

Los cruzamientos interespecíficos en *Paspalum* son de utilidad en el mejoramiento de algunas especies de este género de gramíneas y además facilitan estudiar las relaciones filogenéticas. Se obtuvo algunos híbridos interespecíficos de *Paspalum* mediante el uso de las técnicas convencionales (1, 2). Sin embargo, algunas combinaciones interesantes no pudieron ser logradas (2); el aborto de los embriones pocos días después de la polinización fue una de las causas (Quarin, comunicación personal).

Este trabajo informa acerca de una técnica para regenerar plantas de cinco especies de *Paspalum*, a partir del cultivo *in vitro* de ovarios fecundados.

#### Materiales y métodos

Se trabajó con *Paspalum notatum* var. *saurae* Parodi ( $2n = 2x = 20$ ), *P. notatum* Flüggé ( $2n = 4x = 40$ ), *P. ionanthum* Chase ( $2n = 4x = 40$ ), *P. cromoerhizon* Trin. ( $2n = 2x = 20$ ) y *P. dilatatum* spp. *flavescens* Poir. ( $2n = 4x = 40$ ). Todo este material se encuentra herborizado en el herbario Corrientes. Salvo *P. notatum* ( $2n = 4x = 40$ ) que es apomictica y *P. dilatatum* spp. *flavescens* que es autocompatible, las demás especies se reproducen sexualmente y son alógamas por ser autoincompatibles. Los ovarios fueron extraídos 24, 76 y 100 horas después de la polinización, variando su tamaño desde 1.4 a tres milímetros

En las especies autoincompatibles, siempre se polinizó con polen de otros individuos de la misma especie.

Se utilizó el medio basal de Murashige y Skoog (MS) (3), variando la concentración de sacarosa. El pH fue ajustado a 5.8 con KOH y HCl antes del agregado del agar (0.8%). Los medios de cultivo fueron preparados en tubos de ensayos de 150 mm de longitud por 15 mm de diámetro y esterilizados durante 20 minutos a una atmósfera de presión. En una experiencia, el medio basal fue suplementado con diferentes combinaciones y concentraciones de ANA (ácido naftalenacético), K (cinetina) y  $\text{AG}_3$  (ácido giberélico).

Las inflorescencias fueron desinfectadas con etanol de  $70^\circ\text{C}$  durante un minuto, luego con una solución comercial de hipoclorito de sodio al 0.8% durante 10 minutos y por último varios enjuagues con agua destilada estéril.

Se cultivó un explanto por tubo y fueron incubados en condiciones de laboratorio ( $27 \pm 5^\circ\text{C}$ ), en luz (16 horas de fotoperíodo), suministrada por un tubo fluorescente de 40 W, ubicado a 40 cm de los cultivos.

Las plantas obtenidas fueron repicadas cuando tenían de cuatro a seis centímetros de altura, sobre el mismo medio basal diluido a la mitad, suplementado con 7.5 g/l de sacarosa. Las plantas permanecieron en esas condiciones aproximadamente 10 días, para luego ser puestas en pequeñas macetas, conteniendo tierra y turba (1/1).

#### Resultados y discusión

Fueron cultivados ovarios de *P. notatum* ( $2n = 4x = 40$ ), provenientes de 24, 76 y 100 horas después de la polinización. Los resultados obtenidos muestran que solamente se logró plantas cuando fueron extraídos a las 76 y 100 horas de la polinización, obteniéndose mejores resultados con el lapso más largo.

Considerando que los ovarios abortan 150 horas después de la polinización (Quarin, comunicación personal), para las demás especies se trabajó con ovarios provenientes de 100 horas después de la polinización.

Como se observa en el Cuadro 1, se obtuvo plantas en casi todos los medios de cultivo ensayados. A los cinco días de incubación comenzaron a alargarse los ovarios y aproximadamente a los 10 días aparecieron las primeras hojas, que fueron de color verde. Cuando éstas alcanzaron una longitud de dos centímetros, aparecieron las raíces (Fig. 1). En algunos ovarios se

Cuadro 1. Obtención de plantas de cuatro especies de *Paspalum* por cultivo *in vitro* de ovarios.

Especie	Sacarosa (por ciento)	Ovarios cultivados	Plantas obtenidas	
			Número	Por ciento
<i>P. corymborrhizon</i>	0	23	0	0
	0.5	21	5	23
	1	24	6	25
	2	21	3	14
	3	25	5	21
	4	24	5	20
<i>P. ionanthum</i>	5	20	6	30
	0	21	0	0
	0.5	18	8	44
	1	16	9	56
	2	17	15	88
	3	15	8	53
<i>P. dilatatum</i>	4	22	11	50
	5	21	17	80
	0	12	0	0
	0.5	12	8	66
	1	12	10	83
	2	12	9	75
<i>P. notatum</i> (2n = 20)	3	12	9	75
	4	12	6	50
	5	12	9	75
	1	50	29	58
	2	50	22	44
	4	50	8	16
5	50	14	28	

Cuadro 2. Pasaje a tierra de plantas de tres especies de *Paspalum*, obtenidas por el cultivo *in vitro* de ovarios, incubados sobre Murashige y Skoog + 40 g/l de sacarosa. Resultados a los tres meses de cultivo.

Especie	No. de ovarios cultivados (1)	No. de plantas <i>in vitro</i> (2)	No. de plantas puestas en tierra (3)	No. de plantas sobrevivientes	Porcentaje		
					1	2	3
<i>P. corymborrhizon</i>	156	30	22	20	13	66	91
<i>P. ionanthum</i>	130	68	45	38	29	55	84
<i>P. dilatatum</i>	84	51	51	38	45	74	74

observó la formación de callos, que tuvieron poco crecimiento. En los callos no se notó la presencia de vástagos pero sí de raíces.

En general, la respuesta de los ovarios de todas las especies a las distintas concentraciones de sacarosa

fueron similares en cuanto al número de plantas. Sin embargo, las concentraciones más altas de sacarosa posibilitaron la obtención de vástagos y raíces de mayor vigor. El comportamiento de los ovarios de *P. notatum* (2n = 2x = 20) fue diferente, dado que las concentraciones más bajas de sacarosa facilitaron la obtención de mejores resultados.

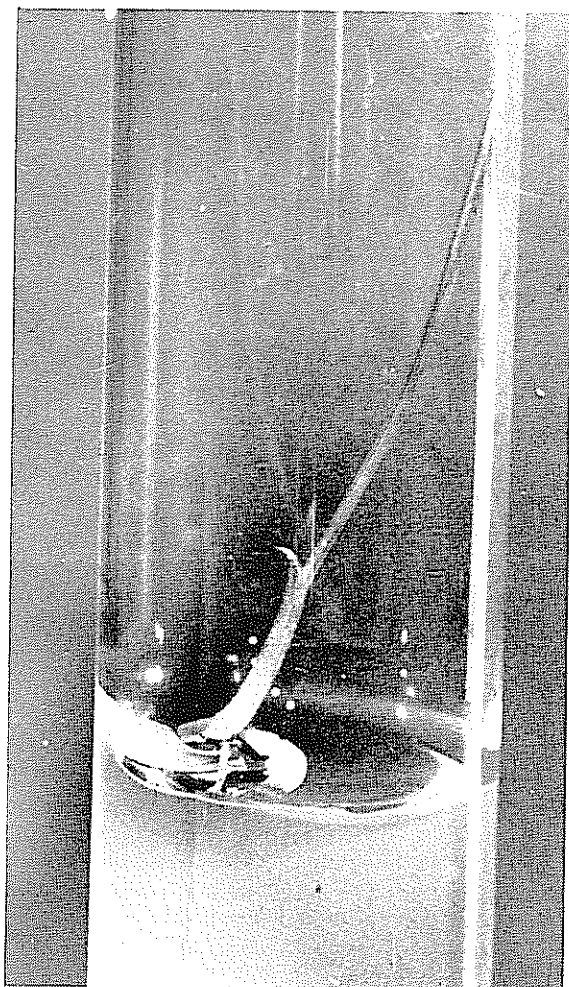


Fig 1 Obtención de una planta por cultivo *in vitro* del ovario de *Paspalum ionanthum*, incubado sobre por extenso + 4% de sacarosa 25 días de cultivo

Con la intención de mejorar estos medios de cultivo fueron suplementados con distintos reguladores del crecimiento en diferentes combinaciones y concentraciones, tales como ANA, K, y  $AG_3$ . Los resultados obtenidos no superaron a los medios desprovistos de estos reguladores

Las plantas obtenidas fueron transferidas a tierra, con un porcentaje de sobrevivencia superior al 70%. El número de plantas obtenidas luego de tres meses de inicio de los cultivos se presenta en el Cuadro 2, donde puede apreciarse que, según las especies, entre el 12 y el 45% de los ovarios fecundados cultivados brindó plantas enteras.

Los medios de cultivo descritos anteriormente fueron ensayados para cultivar ovarios provenientes de cruzamientos interespecíficos, lográndose obtener un híbrido a partir del cruzamiento entre *P. ionanthum* x *P. cromyorrhizon* (Bovo y Quarín, no publicado).

## Resumen

Ovarios provenientes de cinco especies de *Paspalum* con 24, 76 y 100 horas después de la polinización, fueron cultivados en el medio de Murashige y Skoog, variando la concentración de sacarosa entre 0.5 y cinco por ciento. Los ovarios fueron incubados en condiciones de laboratorio ( $27 \pm 5^\circ C$ ), con 16 horas de fotoperíodo. Los mejores resultados se obtuvieron con ovarios de 100 horas después de la polinización. Los niveles más altos de sacarosa posibilitaron la obtención de mejores plantas. La suplementación con ANA, K y  $AG_3$  al medio de cultivo no produjo una mejor respuesta. Algunos ovarios provenientes del híbrido *P. ionanthum* x *P. cromyorrhizon* fueron exitosamente cultivados.

23 de noviembre de 1984

O. A. BOVO\*

\* Becario del CONICET. Instituto de Botánica del Nordeste, Casilla de Correo 209, 3400-Corrientes, Argentina

## Literatura citada

1. BURSON, B.L. 1973. Genome relations between tetraploid *Paspalum dilatatum* and four *Paspalum* species. *Crop Science* 13:739-743.
2. BURSON, B.L. 1979. Cytogenetics of *Paspalum urvillei* x *P. intermedium* and *P. dilatatum* x *P. paniculatum* hybrids. *Crop Science* 19:534-538.
3. MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15:473-497.
4. RAGHAVAN, V.; SRIVASTAVA, P.S. 1982. Embryo culture. In *Experimental embryology of vascular plants*. Ed. by B.M. Johri. Berlin, Springer-Verlag p. 195-222.
5. RANGAN, T.S. 1982. Ovary, ovule, and nucellus culture. In *Experimental embryology of vascular plants*. Ed. by B.M. Johri. Berlin, Springer-Verlag p. 105-125.
6. WILLIAMS, E.G.; VERRY, I.M.; WILLIAMS, W.M. 1982. Use of embryo culture in interspecific hybridization. In *Plant improvement and somatic cell genetics*. Ed. by I.K. Vasil; W.R. Scowcroft; K.J. Frey. New York, Academic Press. p. 119-129.



### Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Summary.** The absorption and translocation of phosphorus by *Phaseolus vulgaris* leaves was investigated for seven days during flowering stage. Radioactive phosphate and sulphate solutions with 1.45 mg P/ml and 1.1 mg S/ml were brushed on the upper surface of the leaves. About 50% of the applied  $^{32}\text{P}$  and  $^{35}\text{S}$  was absorbed within 16 hours. The translocation of these elements started eight hours after the application of the solution. At the end of seven days, about 1/3 of total absorbed phosphorus and sulfur has been translocated from the trifoliate leaf of the remaining parts of the plant.

Quando se pretende fazer uma adubação foliar, precisa-se saber o tempo em que o nutriente é absorvido e translocado. Com isto se sabe o espaço de tempo necessário para que a falta de um elemento possa ser corrigida pela sua aplicação nas folhas. Há trabalhos na literatura que mostram a rápida absorção e translocação do fósforo e enxofre aplicados nas folhas (2, 3, 5).

Bukovac e Wittwer (1) aplicaram soluções de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (15173  $\mu\text{Ci}$   $^{32}\text{P}/\text{g}$  P), pH = 3.0 e de sulfato  $^{35}\text{S}$  (livre de carregador), pH = 3.0, em gotas de 0.01 ml em uma das folhas primárias de feijoeiro. Coletaram a mesma 6, 24, 48, 96 e 192 horas após, separando-se o local da folha onde a gota foi aplicada (disco de um centímetro de diâmetro) do restante, o resto das folhas e o caule e por último as raízes. A absorção e a translocação foram medidas calculando-se as porcentagens do isótopo aplicado, recuperando nas partes não tratadas. Verificaram que o fósforo e o enxofre tiveram taxas de absorção bem semelhantes, confirmando os resultados de outros autores citados por Bukovac e Wittwer (1). Cerca de 50% da quantidade aplicada de enxofre foram absorvidas em quatro dias e do fósforo em seis dias. Verificaram que pequena parte do fósforo e enxofre absorvidos pela folha foi translocada para as raízes.

Koontz e Biddulph (3) estudaram os fatores que afetam a absorção e translocação do fósforo aplicado no primeiro trifólio. Verificaram que há influência do método de aplicação sobre a folha, dos diferentes agentes molhantes, da concentração de fósforo na solução, dos compostos de fósforo, outros. Pela aplicação no primeiro trifólio de  $\text{Na}_2\text{PO}_4$ , na concentração de 10 mM, verificaram que 50% do fósforo aplicado foram absorvidos nas primeiras 30 horas e a partir daí houve uma acentuada diminuição da velocidade da absorção. A translocação iniciou-se por volta de oito horas após a aplicação da solução e foi crescente até o final do experimento. A diminuição da velocidade de absorção ocorrida por volta de 30 horas após a aplicação do fósforo, foi atribuída ao secamento da solução pulverizada, com conseqüente cristalização do sal.

Orioli e Jiménez (4) estudaram a absorção e translocação do sulfato  $^{35}\text{S}$  pelas folhas cotiledonares do feijoeiro de 10 a 15 dias de idade. As soluções radioativas aplicadas tinham concentração de 0.05 M e forma aplicadas em gotas. Verificaram que em 24 horas houve absorção de 50% do sulfato aplicado e o pH da solução não influiu na absorção.

O presente trabalho visa estudar a absorção de fósforo e enxofre pelo feijoeiro em fase de florescimento.

### Material e métodos

Sementes de feijão (cv Carioca) foram semeadas em vasos contendo cinco quilogramas de terra, conduzidas até o início do florescimento, ocasião em que foi aplicada a solução contendo  $^{32}\text{P}$  ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) e  $^{35}\text{S}$  (sulfato de potássio) com atividades específicas em torno de 10  $\mu\text{Ci}/\text{ml}$  e, em concentração de 1.45 mg P/ml e 1.1 mg S/ml e com pH igual a 2.1.

A solução contendo o  $^{32}\text{P}$  e o  $^{35}\text{S}$  foi aplicada no terceiro trifólio a contar do colo com o auxílio de um bastonete de algodão. Por pesagens do frasco que continha a solução, antes e após o pincelamento, tinha-se o conhecimento da quantidade de solução aplicada.

**Primeiro experimento:** Os vasos foram levados para o laboratório, onde a temperatura variou de 25 a 30°C e a umidade do ar permaneceu ao redor de 80%, durante o transcorrer do experimento. A solução foi aplicada, e decorrido 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120 minutos após a aplicação da mesma coletaram-se as plantas, separando-se o trifólio que recebeu a solução e o resto da planta, cortada no colo. O trifólio que recebeu a solução foi imerso em três porções de água, a fim de se eliminar os nutrientes que ainda não tinham sido absorvidos (3).

**Segundo experimento:** Neste experimento a solução contendo  $^{32}\text{P}$  e  $^{35}\text{S}$  foi aplicada sobre as folhas às 17 horas. As plantas permaneceram no ambiente natural durante sete dias, sendo protegidas apenas por ocasião de chuvas. Durante os sete dias de experimento a temperatura variou entre 20 a 30°C e a umidade do ar desde 10 até 100%. O material vegetal foi coletado 1, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 horas após a aplicação da solução. As plantas de feijão foram coletadas da maneira descrita no primeiro experimento.

Nos dois experimentos a massa vegetal coletada foi seca em estufa a 70°C, pesadas e obteve-se o extrato nítrico perclórico. A seguir tomaram-se alíquotas que foram levadas ao cintilador onde se obteve as contagens por efeito Cerenkov para o  $^{32}\text{P}$  e por cintila-

ção líquida para o  $^{35}\text{S}$ . Tomou-se o devido cuidado de se descontar a interferência do  $^{32}\text{P}$  sobre as contagens de  $^{35}\text{S}$  obtidas por cintilação líquida.

A absorção total de cada nutriente foi calculada pela soma das contagens obtidas no trifólio após as três lavagens mais as contagens do resto da planta. Conhecendo-se também a quantidade de radioisótopo aplicada no trifólio, calculou-se a porcentagem que permaneceu no trifólio e a que foi translocada para o restante da planta.

### Resultados e discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente para o fósforo e enxofre, e Figura 1. Estes resultados confirmam os obtidos por outros autores que afirmam que tais nutrientes podem ser absorvidos pelos vegetais, através das folhas.

Pelos resultados do primeiro experimento, pode-se constatar que a absorção do fósforo e enxofre pela folha é rápida. Após uma hora da aplicação aproximadamente 5% já haviam sido absorvidos. Entretanto, a translocação dos nutrientes do trifólio onde foram aplicados para as outras partes da planta foi nula no mesmo período.

Confrontando os resultados do primeiro e segundo experimento, verifica-se que a hora da aplicação é importante, pois a tarde uma hora após a aplicação da solução já haviam sido absorvidos 10 e 14% do fósforo e enxofre aplicados (experimento dos) enquanto que a aplicação pela manhã, valores próximos a estes só foram atingidos dos horas após a aplicação (primeiro experimento). Isto ocorreu talvez porque pela manhã a umidade do ar estava diminuindo, enquanto que no período da tarde a umidade relativa do ar estava aumentando.

Quanto aos resultados do segundo experimento, verificaram-se duas partes bem distintas nas curvas de absorção do fósforo e do enxofre, pois após 16 horas já haviam sido absorvidos mais de 50% do fósforo e enxofre aplicados, e a partir daí, praticamente não houve mais absorção, como pode-se visualizar pela Figura 1. Estes resultados concordam com os de Koontz e Biddulph (3) obtidas para o fósforo, mas são menores do que os tempos encontrados por Wittwer e Bukovac (1). Os resultados obtidos neste experimento para o enxofre são semelhantes aos obtidos por Orioli e Jiménez (4).

A aplicação da solução no segundo experimento deu-se às 17 horas, ocasião em que a umidade relativa

Tabela 1. Fósforo absorvido e translocado ( $\mu\text{g P}$ ) e porcentagem absorvida e translocada do total aplicado.

Tempo Contato 1. <sup>o</sup> Experimento	Trifólio		Resto planta		Total	
	$\mu\text{gP}$	%	$\mu\text{gP}$	%	$\mu\text{gP}$	%
1 minuto	—	0.1	—	—	—	0.1
5 minutos	2	0.3	—	—	2	0.3
10 minutos	5	0.8	—	—	5	0.8
15 minutos	12	2.3	—	—	12	2.3
30 minutos	19	5.9	—	—	19	5.9
60 minutos	11	4.3	—	—	11	4.3
120 minutos	37	10.1	—	—	37	10.1
2. <sup>o</sup> Experimento						
1 hora	50	10.4	—	—	50	10.4
2 horas	68	15.7	—	0.1	68	15.7
4 horas	92	23.4	1	0.3	93	23.7
8 horas	102	27.7	2	0.5	104	28.2
16 horas	185	51.2	7	1.9	192	53.1
24 horas	195	49.7	11	2.8	206	52.5
48 horas	171	46.3	29	8.0	200	54.3
72 horas	133	33.1	51	12.5	184	45.6
96 horas	133	39.8	47	14.2	180	54.0
120 horas	128	34.2	59	15.9	187	50.1
144 horas	95	28.3	51	15.2	146	43.5
168 horas	91	26.1	56	16.0	147	42.1

Tabela 2. Enxofre absorvido e translocado ( $\mu\text{g S}$ ) e percentagem absorvida e translocada do total aplicado.

Tempo contato	Trifólio		Resto da Planta		Total	
	$\mu\text{gS}$	%	$\mu\text{gS}$	%	$\mu\text{gS}$	%
<b>1.º Experimento</b>						
1 minuto	—	0.1	—	—	—	0.1
5 minutos	2	0.5	—	—	2	0.5
10 minutos	5	1.4	—	—	5	1.4
15 minutos	12	3.0	—	—	12	3.0
30 minutos	18	7.4	—	—	18	7.4
60 minutos	11	5.7	—	—	11	5.7
120 minutos	39	13.5	—	—	39	13.5
<b>2.º Experimento</b>						
1 hora	53	14.3	—	—	53	14.3
2 horas	57	17.3	—	0.1	57	17.4
4 horas	63	21.0	1	0.4	64	21.4
8 horas	70	24.9	2	0.6	72	25.5
16 horas	142	52.0	7	2.6	149	54.6
24 horas	165	55.3	10	3.3	175	58.6
48 horas	153	54.7	20	7.2	173	61.9
72 horas	146	47.5	31	10.0	177	57.5
96 horas	133	52.2	28	10.9	161	63.1
120 horas	130	45.4	37	13.0	167	58.4
144 horas	101	39.4	35	13.9	137	53.3
168 horas	105	39.5	36	13.6	141	53.1

do ar. que era 50%, aumentou durante as primeiras quatro horas, decrescendo paulatinamente até que após 20 horas aproximadamente voltar a ser 50%, diminuindo ainda mais no transcorrer do primeiro dia. Tal fato demonstra a importância da hora da aplicação e evidencia ainda que após haver o secamento da solução, a absorção não se faz sentir novamente mesmo que haja elevação da umidade do ar, já que a absorção tanto de fósforo como de enxofre permaneceram constante a partir das primeiras 16 horas.

Nota-se ainda pela Figura 1 que a translocação do fósforo e enxofre da folha iniciou-se ao redor das oito horas após a aplicação da solução e continuou até o final do experimento, motivando uma queda na porcentagem do fósforo e enxofre absorvidos e que permanecia nas folhas. Tais resultados concordam perfeitamente com os de Koontz e Biddulph (3) e Orioli e Jiménez (4).

#### Conclusões

1. Aproximadamente 50% do fósforo e enxofre aplicados no terceiro trifólio foram absorvidos num período de 16 horas após a aplicação da solução.

2. A translocação do fósforo e enxofre iniciou-se oito horas após a aplicação da solução e se manteve até o final de dias. No final deste período 17 e 13% respectivamente do fósforo e enxofre aplicados haviam se translocado do trifólio para o resto da planta.

#### Resumen

La absorción y el cambio de sitio del fósforo en las hojas del *Phaseolus vulgaris* fueron investigados durante siete días en la etapa de florecimiento. Se frotó las hojas en su parte exterior con soluciones de fosfato radioactivo y sulfato con 1.45 mg P/ml y 1.1 mg S/ml.

Alrededor del 50% de lo aplicado de 32p y 35s fue absorbido en 16 horas; el cambio de sitio de estos elementos se inició ocho horas después de la aplicación de esta solución.

Tras el período de siete días, alrededor de un tercio del fósforo y el sulfato absorbido había cambiado de sitio de la hoja trifoliácea a las restantes partes de la planta.

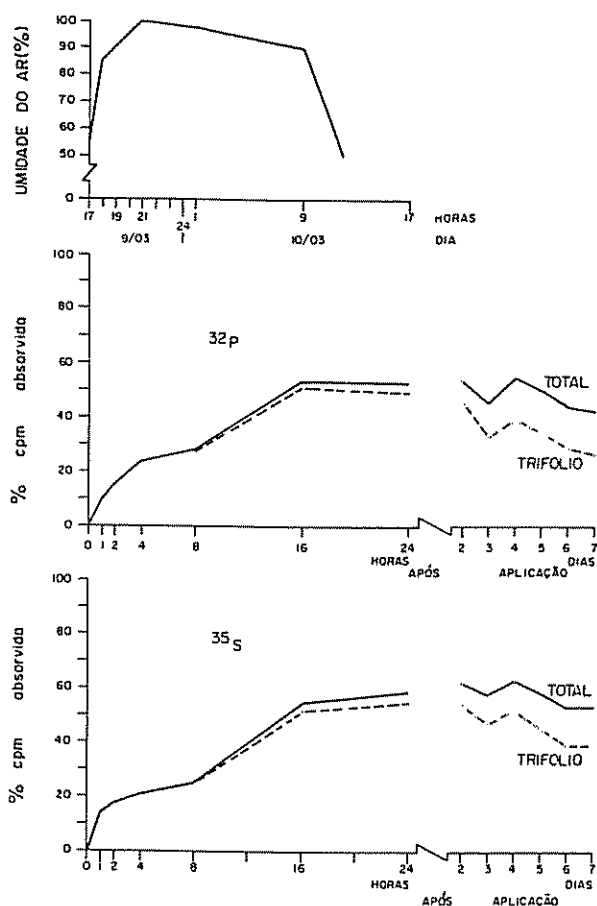


Fig 1 Absorção de  $^{32}\text{P}$  e  $^{35}\text{S}$  em função do tempo e umidade relativa do ar.

17 junho, 1985.

A. E. BOARETTO\*

T. MURAOKA\*\*

A. P. CRUZ\*\*

C. DAGHLIAN\*\*

\* Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

\*\* Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP, Piracicaba SP, Brasil.

#### Literatura citada

1. BUKOVAC, M. J.; WITWER, S. M. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiology* 32:428-435.

2. HOEPFNER, M. A. 1976. Efeitos da aplicação foliar de fontes de fósforo em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cultivados sob quatro níveis de fósforo no solo. MS Thesis, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
3. KOONIZ, H.; BIDDULPH, O. 1957. Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiology* 32(1): 463-470.
4. ORIOLI, G. A.; JIMENEZ, S. E. 1964. Absorción del sulfato radioactivo por las hojas. *Fitotecnia Latinoamericana* 1(1):37-50.
5. WITWER, S. H.; TEUBNER, F. G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. *Annual Review of Plant Physiology*, 10:13-32.

#### Comportamiento del naranjo dulce en Venezuela.

**Summary.** This article was written for the north-central region of Venezuela. It describes variations in growth and fruit production of sweet oranges (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), using the Valencia cultivar grafted onto sour orange (*Citrus aurantium*) stock between two and eighteen years of age. Measurements were made on selected trees from commercial orchards to determine plant height; the average crown was found similar to that of a geometric cylinder, while crown volume was comparable to an elongated sphere. It was found that the productive life cycle begins in the second year, intensifies after the fourth year and crests at 10 years of age.

Production efficiency begins to decline after 8-10 years, depending on whether it is measured in terms of crown volume or lateral surface. Given the nature of the life cycle and productive efficiency found in the plant in a tropical environment, it is suggested that less vigorous stock be used, with higher density planting and use of pruning and growth regulators.

Entre los cítricos, el naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), constituye uno de los frutales más difundidos en Venezuela, ocupando una superficie de 33 000 ha (12); la región central del país tiene una influencia significativa en los volúmenes de producción.

Los bajos rendimientos por unidad de superficie plantada (19 t/ha), son atribuidos a condiciones tales como inadecuada fertilización, control de plagas y enfermedades, y al empleo de bajas densidades de población (156 plantas/ha), existiendo sin embargo, en los últimos años, una acentuada tendencia a incrementarlos (5).

El territorio de Venezuela está ubicado en la zona tropical (desde 0°41' y hasta 12°80' latitud norte) y muestra una gran diversidad de situaciones climáticas, estando una buena parte de ellas ligada estrictamente a sus características orográficas (18)

Investigadores como Bain (6), Sampaio Passos (19) y Reuther (15) han demostrado que la mayoría de los cítricos presenta un grado bastante amplio de adaptación a zonas que difieren en sus condiciones climáticas, especialmente temperatura ambiental. Sin embargo, las diferencias climáticas ejercen una influencia apreciable sobre determinados aspectos del árbol, tales como crecimiento vegetativo, producción y calidad de sus frutos.

Gaillard (10) al caracterizar el ciclo de vida productivo que presentan los cítricos en condiciones tropicales, indica que el mismo se inicia a partir del tercer año, alcanzando el periodo de plena producción alrededor de los ocho a 10 años de edad. En relación al desarrollo vegetativo Pralorán (15) señala que, en condiciones de clima tropical húmedo, los niveles de temperatura y humedad permiten una continua y casi constante actividad vegetativa de la planta, sólo detenida por los periodos de sequía que inducen a la floración.

El óptimo desarrollo vegetativo de los cítricos se produce a una temperatura ambiente de 23-24°C, siendo máximo a 37-39°C, límite a partir del cual empieza a detenerse, al igual que ocurre a temperaturas inferiores a los 12.5-13°C (13).

Tomando como base el total de "Unidades de Calor" aprovechables para el crecimiento de los cítricos, Bain (5) y Mendel (13) señalan las diferencias existentes entre el comportamiento observado en condiciones tropicales y subtropicales. Algunas de ellas se citan a continuación:

La tasa de crecimiento en el trópico es mucho más elevada, razón por la cual las ramas se extienden más que en las regiones subtropicales, donde los árboles tienden a un desarrollo más compacto de sus copas.

Con relación al periodo de tiempo necesario para alcanzar las plantas jóvenes un grosor óptimo para su injertación, Mendel (13) indica que bajo condiciones subtropicales (2 500-3 500 U.C.) requieren de un pe-

riodo de 12 a 15 meses y, en las regiones más calurosas (5 700 U.C.), nueve meses son suficientes. En cuanto a las dimensiones de las plantas, Bain (6) señala que en el trópico (Isla de Trinidad) alcanzan a los cinco años tamaños parecidos a los observados en California (EUA) con casi 10 años de edad. Condiciones similares se presentan con relación a las diferencias en el tiempo necesario para alcanzar la madurez de los frutos y respecto a las cualidades de los mismos.

Hardy (11) observa que el requerimiento mínimo de unidades de calor acumulado para los cítricos en general es de 1 200 °C para un ciclo anual completo de crecimiento; señala además que para la 'Washington Navel' el óptimo es de 3 000°C, con límites de 2 500°C y 5 000°C.

Es importante tomar en consideración que la temperatura está ligada y modifica las respuestas de las plantas a la luz. Ella afecta la síntesis neta de materia orgánica, a través de su efecto sobre la fotosíntesis y la respiración, ya que un aumento de la temperatura favorece la respiración, y reduce la asimilación neta. La combinación de altas temperaturas e intensidades de luz no son garantía de mayor asimilación neta para la planta y de mayor productividad para la comunidad vegetal (9).

Como señala Fernández (9), muchas variaciones de los rendimientos se deben al grado de tecnología aplicada a los cultivos, pero también a las diferencias básicas en las condiciones ambientales que afectan el rendimiento agrícola de las plantas, diferencias que son a menudo poco comprendidas.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar y relacionar las variaciones en el crecimiento y en la producción de frutos que presenta la planta a diferentes edades, así como sus posibles implicaciones en cuanto al manejo agronómico de las nuevas plantaciones donde se emplea mayores densidades.

## Materiales y métodos

Este trabajo está basado en observaciones de campo realizadas durante varios años (1979-1984) en plantaciones comerciales de Naranja dulce (*Citrus sinensis*) cultivar 'Valencia', injertado sobre naranja agrio o cajera (*Citrus aurantium*), ubicadas en la región centro-norte del país (10°11' Lat Norte), como son La Hoya del lago de Valencia y Valles Altos de Carabobo. La primera región, caracterizada como "Bosque seco premontano" (8), tiene como límites climáticos generales una precipitación promedio entre 850 y 1 000 mm anuales, temperatura media anual de 25°C y elevación entre los 400 y 50 msnm. Los Valles Altos de Carabobo se caracteriza como

“Bosque húmedo premontano” (8) con límites generales de temperatura media anual entre 18 y 24°C; precipitación promedio entre 1 100 y 2 200 mm anuales y elevación que va de 550 hasta 1 500 msnm. En su gran mayoría, los suelos se han formado por depósitos aluviales recientes (22).

Las muestras de 80 a 60 árboles, para cada una de las edades estudiadas, estuvieron constituidas por varias submuestras de 10 árboles provenientes de diferentes fincas, escogidas de acuerdo con las condiciones fitosanitarias, edáficas y manejo de cultivo, localizadas en los principales centros de producción de las regiones antes señaladas.

A cada árbol le fueron realizadas mediciones de altura, radio promedio de la copa y número total de frutos (NF). Con base en las determinaciones antes señaladas, se calculó para cada árbol las siguientes variables:

- a) Superficie lateral de producción ( $m^2$ ), considerando la copa de los árboles como la figura geométrica de un cilindro (3)
- b) Volumen de la copa ( $m^3$ ), considerando la misma como la figura geométrica de un esferoide alargado (23)
- c) Índice de fructificación (3), entendiendo como tal la relación entre la superficie lateral o el volumen de la copa con el número de frutos, la cual se expresa respectivamente en  $No.F/m^2$  y  $No.F/m^3$  en función de la figura geométrica tomada para su estimación.

Los resultados fueron analizados estadísticamente (14), estableciendo los coeficientes de variación en las diferentes variables medidas y correlacionados la superficie lateral y el volumen de la copa con el número de frutos e índice de fructificación.

### Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestra los resultados de las observaciones y cálculos realizados para cada una de las edades estudiadas. Con relación a la altura y al radio promedio de la copa de las plantas, se observa que estos se incrementan a medida que aumenta la edad de las mismas. La superficie lateral y el volumen de la copa muestran la misma tendencia, como consecuencia de ser las ya citadas variables (altura y radio de copa) las empleadas para su estimación o cálculo.

La producción por árbol, evaluada a través del número de frutos, se va incrementando en forma acentuada conforme aumenta la edad de las plantas, hasta

llegar a los 10 años, época a partir de la cual se observa que la producción tiende a disminuir o mantenerse, si bien a niveles inferiores a los alcanzados a los 10 años de edad.

El índice de fructificación, que permite medir la eficiencia productiva de la planta, sigue en líneas generales la misma tendencia de la respuesta observada en la producción de frutos; es decir, se incrementa en los primeros años y posteriormente decrece a partir de los 10 años de la planta.

Los resultados obtenidos concuerdan en gran medida con las características del ciclo de vida productivo de los cítricos en condiciones tropicales, establecido por Gaillard (10). La producción se inicia en el segundo año, se acentúa a partir del cuarto y alcanza los máximos niveles en el décimo año de la planta. Dichos resultados difieren en forma acentuada de los niveles de rendimiento determinados por edad y por planta para las condiciones subtropicales de Florida (EUA), en las cuales los niveles máximos de producción sólo se logran cuando las plantas alcanzan los 20 ó más años de edad (20).

La eficiencia productiva o la productividad de las plantas, evaluada a través del índice de fructificación, comienza a dominar en forma progresiva a partir de los ocho a 10 años; el índice indica que si bien existe una estrecha relación en los primeros años de vida de la planta entre el desarrollo vegetativo y la producción de frutos, esta relación se invierte con el devenir de los años. Lo anterior pone en evidencia que lo afirmado por Salibe (17) en cuanto a que la productividad del naranjo es proporcional al volumen de la copa, es valedero hasta una cierta edad de la planta. De allí en adelante, mientras el tamaño de la planta sigue aumentando, la productividad comienza a decrecer.

Los resultados de los análisis de correlación (Cuadro 2) entre la superficie lateral y volumen de la copa de las plantas, con los rendimientos observados para cada una de las edades estudiadas, confirman lo antes expuesto.

Si se considera, para evaluar la eficiencia de la planta en la producción de frutos, el total de la biomasa que conforma la copa, es decir su volumen, o la parte externa de la misma (la superficie lateral), se presentan acentuadas diferencias. En el primero se establece que solamente hasta los ocho años existen valores significativos en la correlación, mientras que en el segundo hasta los 10 años.

Cuadro 1. Resultados de las determinaciones realizadas en naranjos dulces (*Citrus sinensis*) injertados sobre patrón cajera (*Citrus aurantium*).

Edad planta (años)	Número de plantas (No.)	Altura planta (m)	Radio de la copa (m)	Número de frutos por planta	Superficie Lateral** (m <sup>2</sup> )	Índice de fructificación (frutos/m <sup>2</sup> )	Volumen de copa*** (m <sup>3</sup> )	Índice de fructificación (frutos/m <sup>3</sup> )
2	80	1.95 ± 0.02 (8%)*	0.91 ± 0.02 (17%)	34.9 ± 0.8 (24%)	11.24 ± 0.26 (20%)	3.15 ± 0.07 (21%)	3.53 ± 0.13 (26%)	10.89 ± 0.46 (27%)
4	60	3.42 ± 0.06 (15%)	1.43 ± 0.01 (7%)	229 ± 6 (23%)	31.10 ± 0.70 (17%)	7.40 ± 0.03 (18%)	14.97 ± 0.43 (22%)	15.65 ± 0.41 (20%)
6	60	3.88 ± 0.02 (4%)	1.75 ± 0.02 (12%)	322 ± 9 (23%)	42.78 ± 0.79 (14%)	7.62 ± 0.22 (23%)	25.40 ± 0.85 (21%)	14.48 ± 0.59 (20%)
8	60	4.04 ± 0.02 (4%)	1.93 ± 0.02 (9%)	519 ± 13 (20%)	49.12 ± 0.70 (11%)	10.56 ± 1.36 (17%)	32.40 ± 0.85 (20%)	16.45 ± 0.45 (19%)
10	60	4.14 ± 0.02 (5%)	2.06 ± 0.01 (3%)	707 ± 12 (13%)	53.75 ± 0.40 (6%)	13.29 ± 0.27 (15%)	37.02 ± 0.42 (8%)	17.30 ± 0.40 (12%)
14	60	4.30 ± 0.01 (2%)	2.16 ± 0.01 (2%)	691 ± 12 (14%)	58.53 ± 0.30 (4%)	11.82 ± 0.21 (13%)	42.19 ± 0.36 (6%)	16.43 ± 0.31 (14%)
18	60	4.55 ± 0.03 (5%)	2.17 ± 0.01 (3%)	584 ± 15 (19%)	62.16 ± 0.54 (6%)	9.43 ± 0.06 (20%)	45.08 ± 0.53 (9%)	13.04 ± 0.36 (21%)

\* (%) Coeficiente de variación.

\*\* Superficie lateral de un cilindro π D.h. (3).

\*\*\* Volumen de una esferoide alargada (27).

Cuadro 2. Resultados de los análisis de correlación realizadas entre las variables superficie lateral y volumen de copa contra número de fruto e índice de fructificación.

Edad planta años	Superficie Lateral		Volumen de Copa	
	Número de frutos	Índice de fructificación	Número de frutos	Índice de fructificación
2	r = 0.616 t = 26.90**	r = -0.245 t = 22.23*	r = 0.587 t = 7.93**	r = -0.809 t = 12.17**
4	r = 0.801 t = 10.19**	r = -0.142 t = 1.09	r = 0.659 t = 6.67**	r = -0.449 t = 3.38**
6	r = 0.309 t = 2.48**	r = -0.849 t = 12.26**	r = 0.399 t = 2.74**	r = -0.674 t = 6.95**
8	r = 0.514 t = 4.57**	r = -0.866 t = 13.18**	r = 0.280 t = 2.21*	r = -0.731 t = 8.16**
10	r = 0.286 t = 2.27*	r = -0.551 t = 5.02**	r = 0.170 t = 1.31	r = -0.669 t = 6.85**
14	r = 0.151 t = 1.16	r = -0.101 t = 0.77	r = 0.145 t = 1.11	r = -0.283 t = 2.24*
18	r = 0.112 t = 0.860	r = -0.209 t = 1.63	r = 0.127 t = 0.97	r = -0.295 t = 2.25*

t = (tabulado) = 1% 2.392.  
5% 1.671.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Ello se explica por estar esta última más asociada a la parte reproductiva de la planta o sitios donde se ubican los órganos florales.

Wheaton *et al.* (26) al determinar la eficiencia productiva de los cítricos en condiciones subtropicales empleando el volumen de la copa, indican que ésta se va reduciendo paulatinamente a partir de los 10 años de edad de la planta, estimando además que por cada incremento de 28 m<sup>3</sup> de volumen de la copa la productividad se reduce en aproximadamente 20 kg de frutos.

Los resultados obtenidos en las condiciones de este estudio, empleando la misma variable, indican que la pérdida de la eficiencia se inicia a partir de los ocho años. Estas diferencias podrían ser explicadas a través de las dimensiones que alcanza la copa en una y otra situación geográfica, como consecuencia de la duración del período y de la tasa diferencial de crecimiento que caracteriza cada una de las regiones. Como indica Reuther (16), en las regiones cercanas al Ecuador, a elevaciones de 1 000 msnm o menores, las temperaturas nocturnas y diurnas se encuentran dentro del rango favorable para un rápido crecimiento durante 12 meses al año. En las regiones subtropicales los rangos favorables para un rápido desarrollo existen solamente durante los cinco o seis meses de verano.

Las diferencias en las magnitudes de las plantas y la tasa de crecimiento para ambas situaciones han sido descritos por Bain (6) y Mendel (13).

En el Cuadro 3 se muestra en forma comparada algunas variables climáticas de una de las regiones productoras consideradas en el presente trabajo (Hoya del Lago de Valencia) y los correspondientes de Florida (EUA), para ilustrar los antes comentado.

En Florida, a partir del mes de noviembre hasta el mes de marzo, las temperaturas mínimas son inferiores al considerado cero vital de los cítricos para su crecimiento (32.8°C), mientras que en las condiciones de este estudio los niveles térmicos se sitúan alrededor de los óptimos durante todo el año. El total anual de unidades de calor para Florida es de 3539°C y en este medio de 4810°C. Hardy (11) indica que la naranja 'Valencia' crece mejor en el trópico porque requiere una gran cantidad de calor acumulado.

Por otra parte, el crecimiento y la producción de frutos dependen del exceso de carbohidratos sintetizados sobre los consumidos por la respiración (fotosíntesis neta). Mientras que la fotosíntesis bruta (fijación del CO<sub>2</sub>) tiene lugar durante el día, la respiración procede ininterrumpidamente durante las 24 horas y en las condiciones tropicales, caracterizadas

Cuadro 3. Algunos parámetros climáticos de regiones cítricas de Orlando, Florida (EUA) y Santa Cruz, Estado Aragua (Venezuela).

Localidad país	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Orlando (Orange) Florida, EUA Latitud 28 1/2° N Altitud 32 mm (1)												
Temp Máx (°C)	22.4	23.5	25.6	28.5	31.3	233.0	233.1	233.2	231.8	228.5	25.3	22.5
Temp. Mínima (°C)	9.9	10.9	13.0	16.0	19.0	21.8	22.5	22.9	22.2	18.4	13.5	10.2
Precipitación (mm)	50	57	91	88	80	161	130	180	203	121	39	45
Santa Cruz, Edo Aragua Venezuela Latitud 10° 11' N Altitud 438 m (2)												
Temp Máx °C	31.7	32.6	33.2	33.2	231.3	230.6	230.3	230.6	230.9	231.5	31.6	31.6
Temp. Mínima °C	19.5	19.9	20.3	21.5	21.4	20.4	20.6	20.5	20.2	20.1	19.9	19.6
Precipitación (mm)	7	2	11	41	121	177	193	185	135	147	63	23

Fuente: (1) Reuther (1980)

(2) Promedios climatológicos de Venezuela (1980).



por altas temperaturas nocturnas, es más intensa, con el consiguiente mayor consumo de carbohidratos. Ello trae como consecuencia que a mayor volumen de follaje, mayor tasa de respiración y pérdida de energía. Aunado a este hecho, la ganancia de energía está disminuida por efecto del autosombreamiento de la planta debido a las características del crecimiento alargado de sus ramas.

Por ello cuando se analiza la productividad de una vegetación, es importante, como indica Alvin (1), diferenciar entre la productividad biológica o primaria y la productividad económica o agrícola. La primera se refiere a la cantidad total de materia orgánica que la vegetación o campo cultivado produce, incluyendo raíces, tallo, hojas y frutos. La segunda es una parte de la primera y se refiere a la producción del órgano u órganos de importancia económica para el hombre, como en este caso son los frutos de la planta. Las regiones tropicales muestran una extraordinaria productividad biológica pero, en contraposición, la económica, por las consideraciones ya antes comentadas, se ve seriamente limitada.

Vale destacar este hecho, evidenciado a través de los resultados obtenidos en el presente trabajo, porque muchas de las técnicas y prácticas agronómicas comúnmente empleadas en el manejo de las plantas en condiciones tropicales están basadas en experiencias y conceptos originados en el medio subtropical, sin haber efectuado los ajustes o adaptaciones necesarias en función a las diferencias evidentes que presenta el comportamiento de las plantas en ambas situaciones. Algunas de esas diferencias son las siguientes:

- a) En la selección de los patrones, los que además de su influencia en la calidad de los frutos y resistencia a las enfermedades, afectan el vigor o tamaño de las copas de las plantas. La tendencia tradicional está orientada a considerar como mejores los que muestran una mayor velocidad de crecimiento.

Tomando como base el ciclo de vida productivo, que caracteriza a las plantas y las condiciones ambientales del medio de este estudio, la actual tendencia de selección debe ser revertida. Es decir, seleccionar patrones y, o, relaciones patrón-injerto cuyo vigor o velocidad de crecimiento sea menor, con objeto de retardar en el tiempo los problemas de competencia entre y dentro de la planta, y por otra parte, para permitir incrementar el número de árboles por unidad de superficie plantada.

- b) Como consecuencia de las distancias empleadas dentro y entre hileras de plantas en los marcos de plantación tradicionales, fundamentados en el axioma de que a mayor tamaño y vigor de la

planta mayor será su productividad, escasamente se realiza la técnica de la "poda". La misma se limita a la poda de formación en los primeros años de vida de la planta y, posteriormente, a la eliminación de ramas quebradas o secas.

El control del área foliar por medios mecánicos o químicos (reguladores de crecimiento) constituye una de las vías más expeditas para incrementar los rendimientos en este medio (7, 24). Los reguladores de crecimiento ofrecen como ventaja el que además de disminuir acentuadamente la tasa de crecimiento inducen a incrementar la floración (25).

- c) La utilización de mayores densidades de plantación está más acorde con las características del ciclo de vida productivo que presentan las plantas en el medio de este estudio y se justifican por reportar mayores beneficios económicos a los fruticultores (5).

En relación a la determinación de la densidad de plantación, Smith (21) señala que la máxima producción por la planta está determinada por la capacidad genética de un árbol en utilizar los recursos que están a su alrededor. En relación al suelo, esta utilización depende del radio de exploración y de la eficiencia del sistema radical.

Por estas razones el estudio de estas variables es imprescindible para la determinación de la distancia de plantación.

Al respecto, los estudios realizados en el país (2, 4) sobre la distribución del sistema radical de los cítricos y otros frutales en diferentes condiciones físico-químicas de los suelos y de manejo del cultivo, indican que la misma está restringida al área situada bajo la proyección de la copa de las plantas, en contraposición al generalizado concepto de que se extiende y ocupa una amplia área de terreno alrededor de las mismas.

### Conclusiones

- a) El ciclo de vida productivo del naranjo dulce cultivar 'Valencia' en condiciones tropicales se inicia en el segundo año, se acentúa a partir del cuarto y alcanza los máximos niveles en el décimo año de la planta.
- b) La productividad de la planta comienza a disminuir a partir del octavo o décimo año de vida; según se considere para su evaluación, se debe asemejar la copa a la figura geométrica de una esfera o de alargada y calcular su volumen o determinar la superficie lateral de un cilindro.

- c) Dadas las características que presentan las plantas a través de su ciclo y su eficiencia productiva, algunas de las prácticas agronómicas empleadas, tales como la densidad de plantación y la selección de patrones, deben ser modificadas. Se sugiere el uso de mayores densidades de plantación y el empleo de patrones o relaciones patrón-copa que tiendan a disminuir el vigor en el crecimiento.
- d) La poda y el empleo de reguladores del crecimiento deben constituirse en alternativas viables para incrementar y mantener la eficiencia productiva de las plantas de cítricos en el medio tropical.

### Resumen

Se describe, para la región centro-norte de Venezuela, las variaciones de crecimiento y la producción de frutos que presenta el Naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Obsbeck) cultivar 'Valencia' injertado sobre patrón naranja agrio (*Citrus aurantium*) entre los dos y los 18 años de edad. En árboles seleccionados de huertos comerciales, fueron realizadas mediciones de altura de la planta, radio promedio de la copa y número de frutos, y se calculó la superficie lateral y el volumen de la copa asemejando la misma a las figuras geométricas de un cilindro y un esferoide alargado, respectivamente. Se estableció que el ciclo de vida productivo se inicia en el segundo año, acentuándose a partir del cuarto y alcanzando sus máximos niveles a los 10 años de edad. La eficiencia productiva comienza a disminuir a partir del octavo o décimo año, según se considere el volumen de la copa o la superficie lateral. Dadas las características del ciclo de vida y la eficiencia productiva que presenta la planta en medio tropical, se sugiere el empleo de patrones menos vigorosos, mayores densidades de plantación y el uso de la poda y reguladores de crecimiento.

5 de julio de 1985

LUIS AVILAN\*

\* Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Ministerio de Agricultura y Cría Maracay - 2101 VENEZUELA

### Literatura citada

1. ALVIN, P. 1962. Energía solar y producción agrícola. *Agronomía (Perú)* 29(2):115-123.
2. AVILAN, L.; MENESES, L.; SUCRE, R.; PEREZ, R.; BELARDE, C. 1979. Efecto de algunas propiedades físicas del suelo sobre la distribución radical y la producción de las cítricas. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 29(5):413-427.
3. AVILAN, L. 1980. El índice de fructificación en frutales perennes. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 30(1-6):147-157.
4. AVILAN, L.; LEAL, F.; MENESES, L. 1982. Distribución del sistema radical en las combinaciones de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y grape fruit (*Citrus paradisi*) sobre patrón cajero (*Citrus aurantium*) en suelos calcáreos de la Hoya del Lago de Valencia. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 32(1-6):155-170.
5. AVILAN, L.; LEAL, F.; GARCIA y CIURANA, Ma. L.; RODRIGUEZ, P. 1983. Observaciones sobre los sistemas de plantación de las naranjas dulces (*Citrus sinensis*) en Venezuela. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 33(1-6). (En prensa).
6. BAIN, F. 1949. Los cítricos y el clima. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Agricultura. 20 p.
7. COSTES, E. 1983. Traumatismes destinés á améliorer la production de arbres fruitiers tropicaux. Montpellier Academie de Montpellier. 81 p.
8. EWEL, L.; MADRIZ, A. 1968. Zonas de vida en Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. 264 p.
9. FERNANDEZ, J. 1968. Algunos conceptos ecofisiológicos relacionados con la productividad vegetal. *Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela)* 5(1):98-115.
10. GAILLARD, J.P. 1978. Etudes sur les fruitiers tropicaux (autres que bananiers ananas, citrus). *Fruits* 33(9):543-665.
11. HARDY, F. 1970. Edafología tropical. México. Herrero-Hermanos. 416 p.
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1984. Caracas (Venezuela). Memoria y Cuenta. 1983. Caracas. pág. var.
13. MENDEL, K. 1969. The influence of temperature and light on the vegetative development of citrus trees. *Proc. Ist int. Citrus Symp. Riverside*. 1968. VI. 259-265.

14. PIMENTEL-GOMES, F. 1966. Curso de estadística experimental. Paracicaba. Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Universidade de São Paulo. 404 p.
15. PRALORAN, J. 1977. Los agrrios. Barcelona. Editorial Blume. 520 p.
16. REUTHER, W. 1977. Citrus. In Alvin, P.T. y Kozlowski, T., eds. Ecophysiology of Tropical Crops. New York. Academic Press. pp. 409-485.
17. SALIBE, A. 1971. Curso de especialização em citricultura a nível de Pósgraduado. Botucatu. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. 175 p.
18. SANCHEZ CARRILLO, J. 1979. Mesoclimas en Venezuela. Caracas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1981. 33 p.
19. SAMPAIO PASSOS, O. 1979. Differences in Navel Oranges under tropical, subtropical conditions. Citrograph. 65(2):37-41.
20. SAVAGE, Z. 1960. Citrus yield per tree by age. University of Florida. Agricultural Extension Service. Economics series No. 60-8. 10 p.
21. SMITH, R. 1972. The optimum spacing for coconuts. Oleagineux. 27(2):73-86.
22. STREBIN, S.; PEREZ, J. 1977. Capacidad de uso de las tierras del Estado Carabobo. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Caracas (Venezuela). Serie Informes Técnicos No. 22-01. 43 p.
23. TURREL, F. 1946. Tables of surfaces and volumes of spheres and of prolate and oblate spheroides; and spheroidal coefficients. Berkeley, University of California. 153 p.
24. WATSON, D. 1952. The physiological variation in yield. Advances in Agronomy 4:101-145.
25. WEAVER, R. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Editorial Trillos. 622 p.
26. WHEATON, T.; CASTLE, W.; TUCKER, O.; WHITNEY, J. 1978. Concepts of higher density plantings for Florida citrus. Proceedings, Florida, State, Horticultural Society. 91:27-33.

### Ecología de la polilla del repollo, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). II. Ciclo de vida.

**Summary.** The life history of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), was studied under constant temperature ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ) and with 16 hours light (08.00 to 24.00) per day from six 125-watts fluorescent tubes 2.40 m long. Relative humidity was not controlled but remained between 44-52% during the day and up to 14% higher at night. As a means of comparison, observations were made in the laboratory under variable temperature from domestic-type central heating (average  $20^\circ\text{C}$ ) and variable daylight coming through a glass window; to reduce the side-light effect, the cages were rotated  $90^\circ$  everyday, and position with respect to the window was changed. Relative humidity was not controlled. Circular transparent plastic cages (approx. 10 cm diameter, and 4.5 cm height) were used; inside the cages was a five mm layer of moistured sand. One inch diameter leaf discs were taken from tender leaves of young cabbage plants. The discs were placed in the same position as they were in the leaf. Adult *Plutella* were allowed to oviposit for short periods of about six hours. Recently laid eggs were placed in the leaf disc. Observations were made regularly, more than once in a day. At  $20^\circ\text{C}$  constant temperature the total life duration was 41.3 days. First to fourth instar: 12.7 days. Pre-pupa: 1.3 days. Pupa: 7.12 days. Mean development times were longer at constant temperature except in fourth instar and pupa.

*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) es una plaga muy importante en cultivos de crucíferas y está ampliamente distribuida a través del mundo. La distribución mundial y la descripción de los diferentes estadios así como su importancia como plaga fueron descritos en artículos anteriores (20, 21).

El ciclo de vida de *P. xylostella* ha sido estudiado con diferentes grados de detalle en muchas partes del mundo, desde los trópicos ecuatoriales hasta regiones polares. Algunos ejemplos están en Alemania (18), Argentina (4), Australia (2), Bulgaria (12), Canadá (6), Egipto (8), Estados Unidos (3; 14; 15), Finlandia (11), Gran Bretaña (7), Hong Kong (13), India (1), Indonesia (25), Japón (16), Malaya (10), Nueva Zelanda (19), URSS (17) y Sur Africa (24).

Se hizo estudios de la biología del insecto en el laboratorio a temperatura ambiental y constante para comparar con lo que pueda ocurrir en condiciones de campo.

### Materiales y métodos

Los experimentos fueron realizados en cuartos de ambiente controlado, a temperatura constante de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  con 16 horas de luz (08.00 a 24.00) por día, proveniente de seis tubos fluorescentes de 125 watts y de 2.40 m de longitud. La humedad relativa no fue controlada pero permaneció entre 44-52% durante el día y hasta 14% más alto por la noche. Esto se debió

a que la refrigeración operaba menos frecuentemente durante la noche y por lo tanto "descongelaba" menos del agua transpirada por las plantas. Como medio de comparación se hizo observaciones en el laboratorio bajo temperatura variable proveniente de calefacción central doméstica (rango 18 a 22°C) y luz diurna variable que entraba a través de una ventana de vidrio; para reducir el efecto de iluminación lateral, las jaulas fueron rotadas 90° cada día, y su posición con respecto a la ventana fue cambiada. La humedad relativa no fue controlada.

### Las jaulas

Las jaulas usadas fueron cajas circulares de plástico transparente (9.5 cm diámetro de base, 10.5 cm diámetro del tope, y 4.5 cm de alto) con tapas transparentes con un hueco de 2.5 cm en el centro, cubierto con terylene, para ventilación. Las jaulas tenían adentro una capa de cinco mm de arena platada humedecida, para mantener y proveer de agua los discos de hojas.

### Los discos de hojas

Los discos de hojas fueron tomados de hojas tiernas de cerca de 60-80 cm<sup>2</sup> de área, de plantas jóvenes de repollo. De cada hoja fueron cortados diez discos de 2.5 cm de diámetro, cinco de cada lado de la vena central, y se les colocó en círculo dentro de la jaula. Fueron dispuestos en la misma posición como estaban en la hoja, con la superficie superior hacia el centro de la jaula y tocándose ligeramente entre sí, pero separadas cerca de 0.5 cm de la pared de la jaula. Se añadió agua regularmente a la arena para mantener los discos de hojas tan frescos como fuera posible.

### Los experimentos

Se permitió que adultos ovipusieran por cortos períodos de cerca de seis horas; se registró la fecha y el número de huevos; también se registró la fecha cuando los huevos eclosionaron. Esta fue la base para la estimación del período de incubación. Para el período de desarrollo larval, los huevos recién puestos fueron recolectados con un pincel fino y se les colocó en un papel de filtro humedecido, dentro de una placa de petri. Inmediatamente que las larvas salían del huevo, se recogían con un pincel fino y se colocaban en la superficie superior de los discos de hojas, lo más cerca posible del centro del disco. Se hizo observaciones regularmente, por lo general más de una vez por día. Los discos de hojas se reemplazaron cuando fue necesario, pero sólo se sacaban cuando las larvas se habían mudado a los discos nuevos.

### Resultados

#### Tiempo de desarrollo

La duración de las larvas a temperaturas constantes y variable no fue significativamente diferente (Cuadro 1). A temperatura constante de 20°C la duración total del ciclo de vida fue de 41.4 días; con duración larval (primero a cuarto instar) de 12.7 días (12.6 días a temperatura variable); la duración de larva y pre-pupa fue de 14.0 días (13.8 días a temperatura variable), la duración de larva, pre-pupa y pupa fue de 21.2 días (23.1 días a temperatura variable).

Por lo antes expuesto, parece que el principal efecto de la temperatura variable fue aumentar la duración de los estadios pupales. La diferencia en el tiem-

Cuadro 1. Ciclo de vida.

Estadio	Temperatura constante (20°C)			Temperatura variable ( $\bar{x}$ = 20°C)		
	Número de o observaciones	Rango (días)	Tiempo en días (media ± error estándar)	Número de observaciones	Rango (días)	Tiempo en días (media ± error estándar)
Huevo	349	3-5	23.19 ± 0.02			
Larva 1º instar	46	2.5-6	3.71 ± 0.11	18	3-5	3.67 ± 0.16
Larva 2º instar	46	2-5	3.07 ± 0.17	17	2-3.5	2.68 ± 0.12
Larva 3º instar	41	2-4	3.20 ± 0.14	17	2-4.5	3.03 ± 0.21
Larva 4º instar	38	1-6	2.75 ± 0.20	16	2.5-5	3.25 ± 0.19
Pre-pupa	37	1-2	1.32 ± 0.11	16	1-2	1.19 ± 0.10
Pupa	6	7	7.00 ± 0.00	3	9-10	9.33 ± 0.33
Adulto	30	5-26	17.13 ± 1.18			



po de desarrollo entre la temperatura constante y la variable fue a su vez variable, siendo menor para las larvas de primer instar y mayor para las pupas, debido probablemente a las pocas observaciones a temperatura variable. Los tiempos promedio de desarrollo fueron más largos a temperatura constante, excepto en el cuarto instar y en la pupa. La diferencia entre temperatura constante y variable para el primer instar fue de 0.040 días; en el segundo instar fue de 0.389 días; en el tercer instar fue de 0.166 días, en el cuarto instar fue de 0.500 días (más largo a temperatura variable); en las pre-pupas fue de 0.136 días; y en las pupas fue de 2.333 días. La condición variable, quizá, aumentó la tasa de desarrollo.

### Discusión

El Cuadro 2 compara el ciclo de vida de *P. xylostella* registrado por otros autores bajo diferentes condiciones, con aquellos obtenidos en las presentes investigaciones en Silwood Park, Gran Bretaña. Como se puede observar los datos provienen de diferentes países, tanto templados como tropicales.

Otros datos, no incluidos en el Cuadro 2 pero de interés para comparación, son los datos por Given (5) en Nueva Zelanda, quien encontró que en el laboratorio la duración media de la larva fue de 10.5 días y que la máxima duración de los adultos fue de 10 días. Hillyer y Thorsteinson (9), trabajando en condiciones de laboratorio en Canadá, encontraron que la duración media del período de preoviposición en hembras copuladas fue de 4.2 días con fecundidad de  $148.9 \pm 32.0$  huevos por hembra, y en las hembras vírgenes el período medio de preoviposición fue 8.6 días con  $79.0 \pm 15.9$  huevos por hembra. Shaw (22) encontró que en condiciones de campo, en Escocia, el estado larval tomó 21 días y el ciclo de vida total 42 a 49 días. Way *et al.* (26) encontraron que en condiciones de laboratorio ( $24^{\circ}\text{C}$ ) en Gran Bretaña, el máximo número de huevos puesto por las hembras fue 391. Finalmente, en el Cuadro 2 se puede ver que *P. xylostella* tiene un alto grado de adaptación a diferentes condiciones climáticas y también que la temperatura es el factor climático más importante en el desenvolvimiento de este insecto, especialmente en el desarrollo de los estados larvales. Esto es muy importante para la especie, ya que la capacita para tolerar un amplio rango de condiciones de temperatura característico de sus amplias latitudes de distribución.

### Resumen

El ciclo de vida de la polilla del repollo, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), se estudió bajo temperatura constante ( $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) y con 16 horas de luz (08.00 a 24.00) por día proveniente de seis

tubos fluorescentes de 125 vatios, de 2.40 m de longitud. La humedad relativa no fue controlada, pero permaneció entre 44 y 55% durante el día y hasta 14% más alto durante la noche. A manera de comparación se hizo observaciones en el laboratorio bajo temperatura variable de la calefacción central doméstica ( $18$  a  $22^{\circ}\text{C}$ , promedio  $20^{\circ}\text{C}$ ) y luz natural variable a través de ventanas de vidrio. Para reducir el efecto de luz lateral, las jaulas fueron rotadas  $90^{\circ}$  cada día y la posición con respecto a la ventana se cambió. No se controló la humedad relativa. Se usó jaulas plásticas circulares transparentes (aproximadamente 10 cm de diámetro y 4.5 cm de alto); las jaulas tenían dentro una capa de cinco milímetros de arena humedecida. Se sacó discos de 2.5 cm de diámetro de hojas tiernas de plantas jóvenes de repollo. Se permitió a adultos de *Plutella* que ovipusieran por períodos de seis horas y los huevos recién puestos fueron colocados en los discos de hojas.

Se hizo observaciones regularmente, más de una vez por día. A temperatura constante de  $20^{\circ}\text{C}$ , la duración total del ciclo de vida fue de 41.4 días. Del primer al cuarto instar: 12.7 días. Pre-pupa: 1.3 días, pupa: 7.2 días. Los tiempos promedio de desarrollo fueron más largos a temperatura constante excepto en el cuarto instar y en la pupa.

### Agradecimientos

Se agradece al Profesor T.R.E. Southwood por las facilidades dadas para trabajar en la Imperial College Field Station University of London, y al Profesor M. J. Way por su supervisión, valiosas sugerencias y críticas al manuscrito. Los agradecimientos se extienden a todos los que colaboraron en la conclusión del presente trabajo, así como la ayuda financiera del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y de la Universidad de los Andes, especialmente al CDCH, ambos de Venezuela.

P. J. SALINAS\*

\* Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela

### Literatura citada

- 1 ABRAHAM, E.V.; PADMANABAN, M.D. 1968. Bionomics and control of the diamond-back moth. *Plutella maculipennis* Curtis. Indian J. Agric. Sci. 38:513-519.

2. ATWAL, A.S. 1955. Influence of temperature, photoperiod, and food on the speed of development, longevity, fecundity, and other qualities on the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curtis) (Lepidoptera: Tineidae). *Austr. J. Zool.* 3:185-221.
3. BIEVER, K.D.; BOLDT, P.E. 1971. Continuous laboratory rearing of the diamond-back moth and related biological data. *Ann. ent. Soc. Am.* 64:651-655.
4. BRETHERS, J. 1923. The cabbage moth (*Plutella maculipennis*). *Ann. Soc. Rural Argentina.* 57:162.
5. GIVEN, B.B. 1941. The relative food consumption of diamond-back moth and white butterfly larvae. *New Zeal. J. Sci. Techn. (Agric. Section)* 26(4):195-197.
6. HARCOURT, D.G. 1957. Biology of the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in eastern Ontario. II. Life history, behaviour, and host relationships. *Can. Ent.* 89:554-564.
7. HARDY, J.E. 1938. *Plutella maculipennis* Curt. Its natural and biological control in England. *Bull. ent. Res.* 29:343-372.
8. HASSANEIN, M.H. 1958. Biological studies on the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* Curtis (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Soc. ent. Egypte* 42:325-337.
9. HILLYER, R.J.; THORSTEINSON, A.J. 1969. The influence of the host plant or males on ovarian development or oviposition in the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt). *Can. J. Zool.* 47:805-816.
10. HO THIAN HUA. 1965. The life-history and control of the diamond-back moth in Malaya. *Bull. Div. Agric. Malasya* No. 118. 26 p.
11. KANERVO, V. 1936. The diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt.) as a pest of cruciferous plants in Finland. *Valt. Maatalousk. Julk.* 86:1-26.
12. KRISTOVA, E. 1957. *Plutella maculipennis* Curt. and its control. *Nauchni Trud. Minist. Zemedel.* 1:239-255. (In Bulgarian, English Summary).
13. LEE, H.Y. 1968. Diamond-back moth (*Plutella xylostella* (L.)) and its control in Hong Kong. *Agric. Sci. H.K.* 1:22-28.
14. MARSH, O.H. (1917). The life history of *Plutella maculipennis*, the diamond-back moth. *J. Agric. Res.* 10:1-10.
15. MINER, F.D. 1947. Life history of the diamond-back moth. *J. econ. Ent.* 40:581-583.
16. MORIUTI, S. 1956. Preliminary notes on the life history of the diamond-back moth. *Publ. ent. Lab. Univ. Osaka Pref. No.* 2:25-28.
17. REICHARDT, A. 1919. La teigne du chou (*Plutella maculipennis* Curt.) Essai monographique. *Bull. Sous-Sect. Combattre Ennemis Plantes Com. Agric.* 1:6-77.
18. RIPPER, W. 1928. Die raupe der Kohlschabe (*Plutella maculipennis* Curt.) (Lep.). *Z. Wiss. Insekt. Biol.* 23:195-203.
19. ROBERTSON, P.L. 1939. Diamond-back moth investigations in New Zealand. *N. Zealand J. Sci. Techn.* A20:33-340.
20. SALINAS, P.J. 1972. Studies on the ecology and behaviour of the larvae of *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). Ph.D. Thesis. University of London. 357 p.
21. SALINAS, P.J. 1977. Studies on the ecology of the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). 1. Description of instars and world distribution. *Acta Biologica Venezuelica* 9:271-282.
22. SHAW, M.W. 1959. The diamond-back moth *Plutella maculipennis* Curt. A historical review with special reference to its occurrence in Scotland in 1958. *Trans. R. High. Agric. Soc.* 4:56-80.
23. STEPANOVA, L.A. 1962. An experiment in the ecological analysis of the conditions for the development of pests of cruciferous vegetable crops in nature. *Rev. Ent. USSR* 41:721-736. (In Russian).
24. ULLYETT, G.C. 1947. Mortality factors in populations of *Plutella maculipennis* Curtis. (Tineidae: Lep.), and their relations to the problem of control. *Union S. Afr. Dept. Agric. Forest. Ent. Mem.* 2:77-202.
25. VOS, H.C.C.A. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt. *Contr. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor* No. 134. 32 p.
26. WAY, M.J.; SMITH, P.M. and HOPKINS, B. 1951. The selection and rearing of leaf eating insects for use as test subjects in the study of insecticides. *Bull. ent. Res.* 46:331-354.