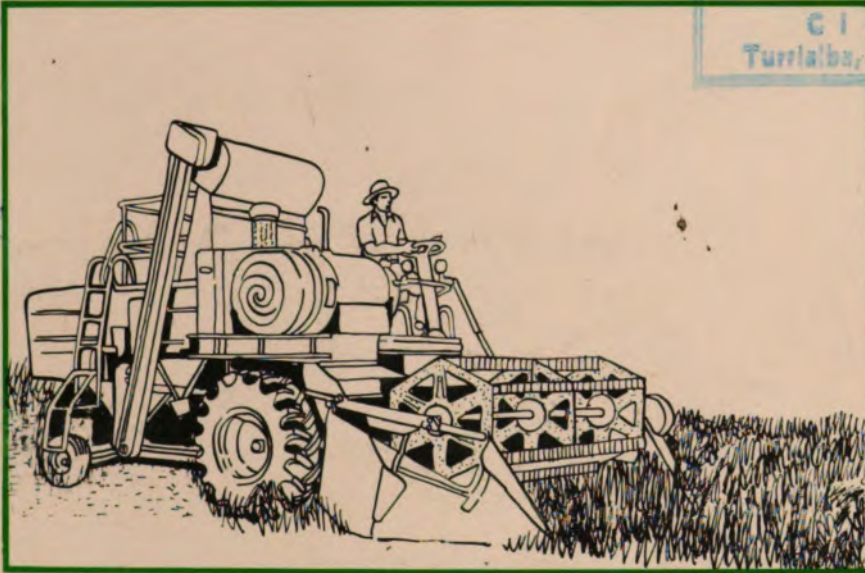


CATIE
ST
IT-84

ALTERNATIVA DE MANEJO PARA EL SISTEMA BOZ-SORGO

PROGRESO, PANAMA

Centro de Investigaciones de
Documentación y Bibliotecología
16 ENO 1987
C I D I
Turrialba, Costa Rica



DESCRIPCION Y VALIDACION EN FINCAS PEQUEÑAS



SERIE TÉCNICA
Informe técnico Nº 84

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

10 ENE 1987

C I E I A
Turrialba, Costa Rica

ALTERNATIVA PARA EL MANEJO DEL SISTEMA Arroz-Sorgo. Progreso, Panamá

Descripción y Validación en fincas pequeñas

La preparación y publicación de este documento ha sido financiada por el Proyecto AID/ROCAP, SMALL FARM PRODUCTION SYSTEMS, bajo el Contrato 596-0085. Proyecto SIPRO-CATIE-ROCAP.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Departamento de Producción Vegetal

Turrialba, Costa Rica

1986

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, capacitación y cooperación técnica en la producción agrícola, animal y forestal, con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente en los países del Istmo Centroamericano y de las Antillas. Fue creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica como socio fundador, han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978, Honduras y Guatemala en 1979 y República Dominicana en 1983.

El Proyecto de investigación y desarrollo de tecnología en sistemas de producción para fincas pequeñas (SIPRO-CATIE-ROCAP) es resultado de un convenio de cooperación técnica entre el CATIE, la Oficina de Programas Centroamericanos (ROCAP) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID) y las instituciones nacionales de investigación agropecuaria de los países centroamericanos. El Proyecto, cuya ejecución comenzó en 1979, tiene como objetivo principal desarrollar una metodología de investigación aplicada y para la demostración y aplicación de resultados sobre metodologías de producción validadas a nivel de campo, que contribuyan a mejorar los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores del sector rural centroamericano.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 1986

ISBN 9977-951-94-2

631-58097287

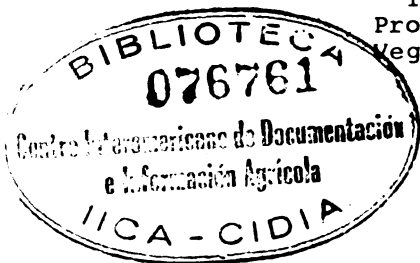
A438 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Alternativa de manejo para el sistema arroz-sorgo, Progreso, Panamá : descripción y validación en fincas pequeñas / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal.-- Turrialba, C.R. : CATIE, 1986.

121 p. ; 24 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; nº 84).

ISBN 9977-951-94-2

1. Sistemas de producción (Arroz+Sorgo) - Panamá-Progreso I. CATIE. Departamento de Producción Vegetal II. Título III. Serie



CONTENIDO

Página Nº

PROLOGO	ix
INTRODUCCION	4
CAPITULO I. EL SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO ARROZ-SORGO	5
La importancia del sistema	7
Descripción del sistema tradicional ...	8
Factores limitantes del sistema	14
CAPITULO II. DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA TECNOLOGICA	19
Naturaleza de la alternativa	21
Características de manejo de la alternativa	21
Comparación de las actividades de manejo del sistema tradicional y de la alternativa	27
Comportamiento esperado de la alter- nativa.....	31
Area y agricultores de recomendación...	32
CAPITULO III. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA	35
Metodología de desarrollo de la alternativa	37
Evidencia experimental	41
Efectos e interacciones de los factores	42
Relaciones entre variables	43
CAPITULO IV. VALIDACION DE LA ALTERNATIVA	87
Validación/transferencia de opciones tecnológicas	89
Metodología de validación	89
Análisis de los resultados de valida- ción de la alternativa	92
Factibilidad técnico-agronómica	93
Factibilidad económica	96

	Página N ^o
Viabilidad económica	101
Eficiencia en el uso de recursos	107
Situación de los agricultores frente a la alternativa	109
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFIA	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº		Página Nº
1	Características del sistema tradicional de producción arroz-sorgo. Progreso, Panamá. 1983	9
2	Características del sistema de producción arroz-sorgo, propuesta como alternativa para los suelos franco limosos y franco arcillosos. Progreso, Panamá. 1983	22
3	Características del componente arroz en el sistema de producción arroz-sorgo, propuesto como alternativa para los suelos franco arenosos. Progreso, Panamá. 1983	24
4	Comparación de actividades de manejo del sistema tradicional y de la alternativa. Progreso, Panamá. 1983	28
5	Densidades de siembra y nivel dos de los tratamientos usados en los experimentos exploratorios de arroz. Progreso, Panamá, 1980	42
6	Resumen de los resultados obtenidos con 12 variedades de arroz en 11 experimentos realizados en Progreso, Panamá, durante los años 1980-1983	46
7	Insecticidas y dosis usadas en tres etapas de crecimiento del arroz, para medir su efecto en el rendimiento. Progreso, Panamá. 1980-1982	47
8	Rendimiento de arroz, daños causados por <i>Scapteriscus</i> sp. y tratamientos de insecticidas al suelo. Progreso, Panamá. 1982	50
9	Tratamientos de insecticidas al suelo, rendimientos de arroz y daños causados por <i>Scapteriscus</i> sp. Progreso, Panamá. 1983	51
10	Tratamientos de insecticidas al suelo, rendimientos de arroz y daños de <i>Scapteriscus</i> sp. observados en el bloque más severamente atacado. Progreso, Panamá. 1983	52

11	Poblaciones de <i>Blissus</i> sp. en arroz antes y después de la aplicación de insecticidas y porcentaje de su control. Progreso, Panamá. 1983	53
12	Area foliar de arroz atacado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , medida en tres épocas después de la aplicación del insecticida. Progreso, Panamá. 1982	55
13	Promedios del número de espigas, del peso del grano de 19 espigas y del peso del grano cosechado de arroz, después del ataque de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Progreso, Panamá. 1982	55
14	Relación de los componentes de la textura del suelo con los incrementos de rendimiento de arroz, como resultados del uso de insecticidas. Progreso, Panamá. 1983	58
15	Alternativas principales usadas para el combate de malezas en arroz de secano. Progreso, Panamá. 1981-1982	60
16	Rendimientos de arroz con las alternativas evaluadas para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1981	61
17	Rendimiento de arroz con las alternativas evaluadas para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1981	62
18	Rendimientos de arroz con las alternativas promisorias para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1982	63
19	Rendimientos de arroz obtenidos con diferentes combinaciones de dosis de propanil en las dos épocas de aplicación. Progreso, Panamá. 1982	64
20	Tasa marginal de retorno, obtenida con los mejores tratamientos de fertilización. Suelo franco limoso. Progreso, Panamá. 1982	71
21	Tsa marginal de retorno, obtenida con los mejores tratamientos de fertilización. Suelo franco arenoso. Progreso, Panamá. 1982	71

22	Niveles de componentes utilizados en los experimentos de comparación de alternativas. Progreso, Panamá. 1982	75
23	Rendimientos de arroz obtenidos con las alternativas mejoradas y con la práctica del agricultor. Progreso, Panamá. 1982	76
24	Indicadores económicos de las cinco mejores alternativas de la práctica del agricultor y de la alternativa propuesta. Progreso. Panamá. 1982	77
25	Variedades y niveles dos de los tratamientos usados en los experimentos exploratorios de sorgo. Progreso, Panamá. 1980	78
26	Prueba de rangos múltiples de Duncan para los rendimientos de los materiales de sorgo. Progreso, Panamá. 1981	81
27	Rendimientos promedios de sorgo, obtenidos con varias dosis de nitrógeno y fósforo. Progreso, Panamá. 1981	82
28	Rendimientos de sorgo, obtenidos en una prueba de combate de malezas, Progreso, Panamá. 1982	82
29	Rendimientos promedio de sorgo obtenidos en dos experimentos de combate de insectos. Progreso, Panamá. 1983	83
30	Alternativas, rendimientos de sorgo e indicadores económicos de las cinco mejores opciones, de la práctica del agricultor y de la alternativa propuesta. progreso, Panamá. 1982	85
31	Niveles de factores estudiados en los experimentos de comparación de alternativas de producción de sorgo. Progreso, Panamá. 1982	86
32	Rendimientos de arroz obtenidos en las parcelas de validación de la alternativa. Sistema arroz de secano monocultivo	95

33	Rendimientos de la alternativa arroz de acuerdo con las subáreas climáticas y con la clase de suelo. Progreso, Panamá. 1983	96
34	Requerimientos mensuales de mano de obra y de insumos por tecnología en el sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	98
35	Indices económicos en \$ ha ⁻¹ para las dos tecnologías del sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	103
36	Beneficio neto en \$ ha ⁻¹ por subárea climática y clase de suelo, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983 ...	105
37	Indicadores de riesgo de las dos tecnologías sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	107
38	Indicadores de eficiencia en el uso de recursos, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	108
39	Indicadores de comportamiento relativo de las dos tecnologías, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983 ...	109
40	Opinión proporcional de los veinte agricultores que probaron la alternativa, sobre los cambios propuestos en los componentes técnicos del sistema arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	110

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº		Página Nº
1	Marcha anual de la precipitación mensual y arreglo cronológico del sistema arroz-sorgo. Progreso, Panamá. 1983	15
2	Area de recomendación de la alternativa. progreso, Panamá. 1983	33
3	Cronología del proceso de desarrollo de la alternativa. Progreso, Panamá. 1983	39
4	Efectos significativos del uso de herbicidas, fertilizantes e insecticidas en el cultivo de arroz. Progreso, Panamá. 1980	43
5	Coefficientes de correlación entre las variables independientes de herbicida y fertilizante, con las variables de respuesta en el arroz. Progreso, Panamá. 1980	44
6	Resumen de resultados sobre el efecto de las aplicaciones de insecticidas en el rendimiento del arroz. Progreso, Panamá. 1981-1982	48
7	Relación del porcentaje de arcilla con el incremento de rendimiento del arroz, cuando se aplica insecticidas al suelo. Progreso, Panamá. 1983	57
8	Histograma de rendimientos relativos (materia seca), obtenidos en un experimento de invernadero con suelo franco limoso. Progreso, Panamá. 1982	68
9	Relación del rendimiento de arroz con las dosis de N y P ₂ O ₅ , en los suelos franco arenosos. Progreso, Panamá. 1982.....	70
10	Relación del rendimiento de arroz con las dosis de N y P ₂ O ₅ , en los suelos franco-limo-arcillosos. Progreso, Panamá. 1982	70

11	Representación cronológica de un experimento de campo, con la precipitación. Progreso, Panamá. 1982	72
12	Comparación de los rendimientos de arroz obtenidos con la alternativa mejorada y con la del agricultor. Progreso. 1981-1982	73
13	Efectos significativos de herbicida, fertilizante, insecticida y variedad en el cultivo de sorgo. Progreso, Panamá. 1980	79
14	Relaciones entre las variables independientes herbicida y fertilización, con las variables de respuesta en el sorgo. Progreso, Panamá. 1982	80
15	Perfil de uso de mano de obra por tecnología en el sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	99
16	Perfil de costos de insumos por tecnología, para el sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	100
17	Perfil de costos variables por tecnología, para el sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	102
18	Intervalos de confianza para el rendimiento de arroz, sistema productivo arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983	104
19	Intervalos de confianza para el ingreso neto, sistema de producción arroz monocultivo. progreso, Panamá. 1983	105

El CATIE desarrolló durante varios años un Proyecto Regional de Investigación sobre Sistemas de Producción para Fincas Pequeñas del Istmo Centroamericano, por medio del Departamento de Producción Vegetal (DPV). El Proyecto fue financiado por la Oficina Regional para los Programas Centroamericanos (ROCAP) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID). Su ejecución estuvo a cargo de las instituciones nacionales de investigación agrícola y del CATIE como organismo de coordinación.

Uno de los objetivos del proyecto fue desarrollar recomendaciones técnicas sobre sistemas de cultivos en áreas específicas de cada país, como opciones para mejorar la tecnología practicada por los agricultores.

Para llegar a esos resultados, el Proyecto siguió una metodología de investigación en fases, que comienza con una caracterización ecológica y socio-económica de las áreas de trabajo, y una descripción y diagnóstico de la tecnología utilizada por los productores en sus principales sistemas de cultivos. Este diagnóstico, confrontado con el conocimiento existente, permite el diseño de opciones técnicas apropiadas para mejorar el comportamiento productivo-económico de los sistemas seleccionados y beneficiar a los productores.

En Panamá, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el CATIE realizaron el Proyecto -mediante un acuerdo de cooperación técnica firmada por ambos- en dos áreas específicas: el corregimiento de Progreso, representativo del distrito de Barú, en la provincia de Chiriquí y en el corregimiento de Guarumal, como parte del distrito de Soná, en la provincia de Veraguas.

El informe técnico, de la labor realizada con el Proyecto en el área de Progreso, consta de dos documentos, que se les ha designado como primera y segunda parte.

La primera parte ya fue publicada (CATIE, 1985); se refiere a los objetivos y metodología del Proyecto, selección y caracterización físico-biológica y socioeconómica de la zona en estudio, destacando lo más relevante de sus características de infraestructura, población y actividades económicas y servicios institucionales relacionados con la agricultura.

La segunda parte, que se encuentra en este documento, describe las alternativas tecnológicas, la metodología y el proceso de desarrollo de esa innovación técnica, así como la metodología y el proceso de validación de la tecnología propuesta.

Este documento fue preparado por el CATIE a través de su Departamento de Producción Vegetal (DPV) y por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) a través de su Dirección de Investigación Agrícola.

El principal responsable del informe por el CATIE fue el Ing. Washington Bejarano, especialista en sistemas de cultivos del DPV, residente en Panamá, quien tuvo a su cargo parte del diseño metodológico y manejo de los trabajos de campo; en los aspectos antes señalados colaboró el Ing. Philip Shannon.

Por el IDIAP, los responsables principales de la conducción del trabajo y la revisión de este informe fueron los Ings. Marco Navarro, Lineth Carranza e Ismael Camargo, jefes sucesivos del área de Progreso. Contribuyeron además, el Lic. Miguel Cuellar, Ing. José Román Araúz, Dr. Jorge Jonas, Dr. Gaspar Silvera y el Ing. Santander Jaramillo.

El documento es parte de los informes técnicos del Proyecto Regional de Investigación en Sistemas de Producción para Fincas Pequeñas (SFPS). La preparación y edición del mismo fue dirigida por el Dr. Luis A. Navarro; Coordinador Técnico General de Validación/Transferencia, también contribuyeron los demás miembros del equipo técnico central del Proyecto en CATIE, particularmente los Doctores Carlos F. Burgos, Joseph Saunders, Raúl Moreno, Julio Henao, Myron Shenk y el Ing. M.Sc. José Arze.

El Biólogo Ely Rodríguez Araya, editor, participó en la revisión editorial, diseño y publicación del informe.

A todos ellos y en especial a los agricultores de Progreso se les agradece su participación y contribuciones en las labores de campo como en la preparación del informe.

Romeo Martínez Rodas
Jefe
Departamento de Producción Vegetal

INTRODUCCION



INTRODUCCION

Un sistema de producción de cultivos es el resultado de la interacción compleja de muchos componentes, mutuamente dependientes y en el centro de ese complejo, como figura principal, se encuentra el productor; la producción de la finca resulta de las decisiones tomadas por él, respecto a la distribución y empleo de la tierra, la mano de obra, el capital y el manejo de los cultivos en general, es obvio que para diagnosticar, modificar, crear y mejorar los sistemas de producción, se requiere el aporte articulado de un equipo multidisciplinario de técnicos, que manejen en forma integral los componentes del proceso productivo. Sin embargo, para que se produzca esta integración interdisciplinaria es necesario que se establezca un marco conceptual que haga funcional esta integración.

De allí, que en los últimos años se ha venido desarrollando el concepto de "sistemas de producción" ya sea de cultivos, pecuarios o mixtos, el cual parte del hecho que un "sistema" es más que la suma de sus componentes; es el conjunto de componentes que interactúan y funcionan como una unidad (Zandstra, 1982 y Byerlee, *et. al.*, 1982).

Este nuevo enfoque de la investigación en sistemas de producción, parece ser el camino a seguir para responder a las necesidades y problemas de los pequeños agricultores con limitados recursos. Porque para poder ayudarlo es necesario conocer primero al productor, su ambiente físico-biológico y su situación socioeconómica. Además, es un axioma razonable aquel que dice que para mejorar un sistema primero debemos entender cómo funciona, cuáles son los elementos que lo componen, qué variables entran en juego y cómo actúan entre ellas.

Por otra parte, en todo momento se debe tratar de conocer los métodos y prácticas agrícolas del productor, porque aunque parezcan primitivas, ellos las han probado y repetido y han encontrado que funcionan. Esto unido a sus talentos y habilidades le ha permitido subsistir en un ambiente cada vez más frágil.

Por lo tanto, sería ingenuo, quizás un desatino y una pretensión de parte de los investigadores, asumir que los agricultores están dispuestos enseguida a sustituir sus métodos y prácticas agrícolas por otros que no han sido comprobados y con resultados inciertos.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, en Panamá el IDIAP con la colaboración de CATIE y con el apoyo financiero de AID/ROCAP, llevaron a cabo, en dos áreas específicas (Progreso y Guarumal), el Proyecto Sistemas de Producción en Fincas Pequeñas, mediante el cual se desarrollaron y probaron opciones técnicas de producción para mejorar los sistemas de cultivo más relevantes de cada una de estas áreas.

Este documento contiene la descripción de una alternativa tecnológica propuesta para mejorar el sistema de cultivo arroz de secano-sorgo que es el más importante en el área de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí.

También, en este documento se da a conocer el proceso de desarrollo de la alternativa, se define el área geográfica en donde se considera que la opción técnica propuesta puede funcionar en forma rentable, y el grupo de agricultores para los que se desarrolló esta opción.

Contiene además los resultados del proceso de validación y un análisis detallado de los mismos, que permiten demostrar la factibilidad agronómica y económica que ofrece esta innovación técnica.

CAPITULO I

EL SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO



EL SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO ARROZ-SORGO

Importancia del sistema

El sistema de cultivo arroz-sorgo, fue seleccionado para desarrollar una alternativa tecnológica, adaptada a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de los pequeños y medianos productores del área de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí, con la finalidad de mejorar su productividad y producción, mediante un proceso de investigación con el enfoque de sistemas, que permita la obtención de tecnologías que sean técnica y económicamente factibles a nivel de finca.

El sistema de producción arroz-sorgo, es el más relevante de los cultivos anuales en el área de Barú, aproximadamente 405 fincas cultivan 5 490 hectáreas de arroz en la primera época y 87 de esas fincas siembran 1 400 hectáreas de sorgo en la segunda época.

En torno a la producción de arroz gira el 22 % de la actividad agroeconómica de Barú y el 52 % de la de Progreso, porque en la producción de este cultivo participan 152 fincas individuales en Progreso con una superficie de 2 196 hectáreas y 11 asentamientos campesinos con una superficie de 1 836 hectáreas, lo que equivale al 42 % del área cultivable del corregimiento.

La producción del componente sorgo, ocupa en Progreso una superficie de 514 hectáreas en 45 fincas individuales y 620 hectáreas en nueve asentamientos campesinos, en la segunda época de siembra.

El sistema arroz-sorgo, genera al año un ingreso bruto de \$ 2 040 500, que significa el 78 % de la producción de Progreso. Obviamente, este sistema es el que proporciona la mayor parte del ingreso neto a los agricultores.

Por otra parte, el sistema está distribuido en forma bastante uniforme en toda el área, pues ocupa en promedio el 75 % de la superficie de cada finca, en el 25 % restante hay otros sistemas como plátano, maíz, frijol y huerto familiar.

Descripción del sistema tradicional

El sistema de producción arroz-sorgo, es practicado en Progreso por los pequeños agricultores, por los productores comerciales y por los asentamientos campesinos. Debido a que es una área que dispone de buenas vías de acceso y a que se halla relativamente cercana a los centros de distribución de agroquímicos (David, Concepción, Puerto Armuelles), está sujeta a la influencia permanente de los técnicos representantes de las casas comerciales distribuidoras de estos productos; razón por la cual los cambios, por parte de los productores en el uso de agroquímicos, son bastante dinámicos.

En cuanto al manejo del sistema, son tan variables las labores de una finca a otra, que prácticamente no se puede identificar un sistema patrón o focal del productor de Progreso, más aun lo que se pretende, es elaborar una práctica representativa del agricultor a base de promedios o de mayores frecuencias para cada una de las labores y para el tipo de productos agroquímicos, dosis, épocas y método de aplicación de los mismos.

De esta manera, para caracterizar al sistema tradicional en cuanto a las prácticas de manejo, se ha elaborado el Cuadro 1, en donde se detallan en orden cronológico cada una de las labores, así como también el uso de insumos y servicios con los respectivos flujos de dinero requeridos para ellos, indicando obviamente los productos obtenidos con el flujo de ingresos respectivos.

Para conocer con mayor detalle la naturaleza del sistema del agricultor, se describen a continuación, por separado, cada una de las prácticas de manejo en los dos cultivos integrantes del sistema.

Cultivo de arroz

Preparación del suelo. El 100 % de los agricultores prepara el suelo en forma mecanizada utilizando tractores con rastra de tipo pesado. El número de pasadas de rastra varía de tres a nueve, dependiendo de la época de inicio de la labor y del grado de incidencia en el terreno de la maleza *Rotboellia exaltata*. La época de preparación del terreno esta relacionada con el período de inicio de las lluvias. Esta labor se realiza de diciembre hasta agosto, con una mayor frecuencia de la misma en febrero (24,3 %) y en mayo (29,8 %).

Variedades y tipo de semilla usadas. El 40,5 % de los productores sembró en 1981 la variedad Cica 8 y el 32,4 % la Cica 7. El 48,6 % utilizó semilla certificada.

Siembra. El 59,5 % de los agricultores siembra el arroz en surcos de 0,20 m, a chorro continuo con máquinas sembradoras y el 37,8 % lo hace al voleo. La época de siembra, al igual

Cuadro 1. Características del sistema tradicional de producción arroz-soryo. Progreso, Panamá. 1983.

Calendario Semana Mes	Actividades de manejo	Método	Mano de Obra		Maquinaria		Insumos Tipo y cantidad por ha	Flujo \$ ha ⁻¹	Producto kg ha ⁻¹	Flujo Costo total \$ ha ⁻¹	Flujo Ingreso \$ ha ⁻¹
			Jornales Flujo por ha \$ ha ⁻¹	Horas Flujo por ha \$ ha ⁻¹	Flujo \$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹					
A R R O Z											
8-18	2-5 Preparación del suelo	Pastra	-	4,00	72,00	-	-	-	-	72,00	-
15-26	4-7 Combate insectos suelo	Manual	0,25	1,25	-	-	Chlorohex*400 gr i.a.	4,63	-	5,88	-
15-26	4-7 Siembra	Sembradora	0,25	1,25	22,50	136 Kg	Cica 8	82,50	-	106,25	-
15-26	4-7 Fertilización	Voload. Tract.	0,25	1,25	9,00	12-24-12, 150 kg	Propanil*3,6 Kg i.a.	48,00	-	58,25	-
17-28	5-7 Combate de malezas	Bomba tractor	0,25	1,25	9,00	2-4-5T 0,72 Kg i.a.	Propanil*3 Kg i.a.	46,20	-	56,45	-
19-30	5-8 Combate de malezas	Bomba-tractor	0,25	1,25	9,00	Propanil*3 Kg i.a.	Propanil*3 Kg i.a.	28,20	-	38,45	-
19-30	5-8 Combate insectos follaje	-	-	-	-	Decis*150 cc p.c.	Decis*150 cc p.c.	6,75	-	6,75	-
20-30	6-8 Fertilización nitrogenada	Voload. tractor	0,25	1,25	9,00	Urea 75 Kg	Urea 75 Kg	21,00	-	31,25	-
23-33	6-9 Combate Pyricularia hoja	Helicóptero	0,25	1,25	15,00	Kanamin*1 l p.c.	Kanamin*1 l p.c.	8,50	-	24,75	-
23-33	6-9 Abono foliar	-	-	-	-	Bayfolan*1 gl p.c.	Bayfolan*1 gl p.c.	10,50	-	10,50	-
24-35	7-9 Deshierba	Manual	6,00	30,00	-	-	-	-	-	30,00	-
25-36	7-9 Fertilización nitrogenada	Manual	1,00	5,00	-	-	Urea 75 Kg	21,00	-	26,00	-
28-39	7-10 Combate Pyricularia panoja	Helicóptero	0,25	1,25	15,00	Dichane*2 Kg	Tecto*300 cc	39,86	-	56,11	-
32-43	8-12 Cosecha	Combinada	1,00	5,00	1,00	54,00	-	-	-	59,00	707,60
Subtotal			50,00	214,5	317,14	2 900,00	581,64	707,60			

Continúa...

Continuación Cuadro 1. Características del sistema tradicional ...

Semana	Mes	Actividades de manejo	Método	Mano de Obra		Maquinaria		Insumos Tipo y cantidad por ha	Producto Kg ha ⁻¹	Flujo Costo Kg ha ⁻¹	Flujo Ingreso \$ ha ⁻¹	
				Jornales Flujo por ha	Flujo \$ ha ⁻¹	Horas Flujo por ha	Flujo \$ ha ⁻¹					
42-46	11-12	Preparación del suelo	Rastra	-	-	3,00	54,00	-	-	54,00	-	
44-48	11-12	Siembra	Volead.-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	Pionner*36 Kg	-	66,25	-	
44-48	11-12	Combate de malezas	Bomba-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	Gesaprim* 1,5 Kg p.c.	-	20,00	-	
47-2	12-1	Combate de malezas	Manual	2,00	10,00	-	-	-	-	10,00	-	
48-4	12-1	Fertilización nitrogenada	Volead.-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	Urea 100 Kg	-	38,25	-	
2-6	1-2	Combate de insectos	Helicóptero	0,25	1,25	0,25	15,00	Muvacrón*1,5 l p.c.	-	32,37	-	
8-12	2-3	Cosecha	Combinada	1,00	5,00	1,00	54,00	-	2 400,00	59,00	427,00	
Subtotal:					20,00		150,00		109,87	2 400,00	279,87	427,00
Total:					70,00		364,50		427,01	-	861,51	1 134,60

S O R G O

1/ 1 Kg de arroz \$0,244

2/ 1 Kg de sorgo \$0,178

*La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

que la época de preparación del suelo es muy variable, las primeras siembras se hacen en abril y las últimas en agosto, con una mayor frecuencia en los meses de mayo a junio (70 %).

Fertilización. El 100 % de los agricultores utiliza fertilizantes completos y nitrogenados, entre los primeros predomina el 12-24-12 que lo usa el 73 % y entre los segundos, la urea que es aplicada por el 97 % de los productores.

En cuanto a la dosis empleada, ésta varía para los fertilizantes completos de 50 a 225 kg ha⁻¹ de producto comercial; la más frecuente (41 %) es la de 150 kg ha⁻¹.

La dosis para los fertilizantes nitrogenados es también muy variable, va de 21 a 110 kg ha⁻¹ de nitrógeno puro, presentando una mayor frecuencia la de 70 kg ha⁻¹ en el 49 % de los productores.

En relación con la época de aplicación, la mayoría de los productores (73 %) aplica el fertilizante completo a la siembra y el 22 % antes de los 15 días de edad del cultivo. El 40,5 % de los agricultores realizan la primera fertilización nitrogenada entre los 26 y 35 días y la segunda, alrededor de los 70 (32,4 %). Esto demuestra que hay una tendencia a aplicar el nitrógeno en las épocas técnicamente recomendadas, es decir a los 30 y 60 días de edad del cultivo.

El número de aplicaciones de fertilizantes varía de 1 a 4, pero las de 2 y 3 son las más numerosas; esta última es la más frecuente (49 %).

Combate de malezas. El 89,2 % de los productores de Progreso aplica propanil* para combatir las malezas, especialmente *Rottboellia exaltata*. Un alto porcentaje (70,2 %) usa herbicidas hormonales para controlar especies de hoja ancha. El 97 % de los agricultores hace el primer control y el 54 % hace el segundo.

La dosis usada en el primer control varía de 0,6 a 4,5 kg ha⁻¹ de ingrediente activo y no se observa ninguna tendencia por una dosis determinada. La dosificación en el segundo control es tan variable como en el primero, a pesar de que el 46 % de los productores no aplica nada en esta época, sin embargo, la dosis de 2,6 a 3,5 kg ha⁻¹ de ingrediente activo, parece ser la más usada.

En cuanto a la dosis total, a pesar de que varía de 0,9 a 9,0 kg ha⁻¹ de ingrediente activo, la media es baja (4,6 kg).

La época de aplicación, tanto para el primero como para el segundo control, es muy variable, hay un rango de 24 días en el primero y de 30 días en el segundo. Esto da la medida del desconocimiento mayoritario de la época más oportuna para

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

hacer estos controles. Aún así, la situación en el primer control es algo clara, el 57 % de los agricultores aplican herbicidas entre los 13 y 17 días.

Combate de insectos. El 50 % de los productores no hace control de insectos, mientras el 28 % y el 19 % realiza un combate de plagas del suelo y del follaje respectivamente.

El grupo de los organoclorinados son todavía los insecticidas más usados al momento de la siembra, contra las plagas del suelo. De éstos, el más usado es el heptachlor (Chlorogep)* mezclado con la semilla en dosis que varía de 100 a 400 gramos de ingrediente activo.

Para la protección del follaje el monocrotophos (Nuvacron, Azodrin)* es el producto más frecuentemente utilizado.

Combate de enfermedades. El 54 % de los productores no combate las enfermedades. El 19 % realiza aspersiones durante la etapa vegetativa y el 30 % hace aplicaciones de fungicidas en el espigamiento. El producto más usado es el Dithane M-45*, pero son frecuentes también el Kazumin*, Hinosan* y Tecto*, que son específicos contra *Pyricularia* sp.

Cosecha. La cosecha del arroz se hace en todas las fincas con cosechadoras combinadas, labor que comienza en agosto y termina en enero; sin embargo, hay mayor actividad en setiembre (32,4 %) y noviembre (33,0 %).

Comercialización. Todos los agricultores venden el arroz en el campo al momento de la cosecha, a un precio promedio de \$ 11,0 por quintal (45 kg). Los compradores son el Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA) que adquiere el 24,3 % de la producción; la Federación de Asentamientos Campesinos de Chiriquí (FEDACHI) que compra el 8 % y el resto lo adquieren varios molinos privados.

Cultivo de sorgo

Preparación del suelo. Después de cosechar el arroz, algunos de los agricultores dedican parte de esa superficie al cultivo de sorgo, para tal efecto, preparan el suelo entre los meses de setiembre y enero, preferiblemente en noviembre (52 %). Lo hacen en forma mecanizada con tractor y rastra. El número de pasadas de rastra depende de la cantidad de malezas que haya en el terreno, en todo caso no son menos de dos.

Ver nota de página 11.

Siembra. El 69 % de los agricultores realiza la siembra en diciembre, para lo cual se utiliza la misma sembradora de arroz, a la que eliminan un surco para sembrar el sorgo a 40 cm entre hileras. Cabe indicar que el 27,5 % de los agricultores aún siembran el sorgo al voleo.

Semilla utilizada. La falta de variedades locales, obliga a los agricultores a comprar híbridos importados, cuyos mayores proveedores son la Cooperativa Agropecuaria (COAGRO) y la casa comercial Melo y Cía. Entre estos híbridos predominan los "Pionner" con un 51,10 %.

Fertilización. Se estima que hay tres grupos de agricultores de acuerdo con sus prácticas. El grupo uno (28 %) que no usa fertilizantes; el grupo dos (27 %) que aplica urea alrededor de los 30 días de edad del cultivo en una dosis promedio de 40 kg ha⁻¹ y el grupo tres (21 %) que aplica fertilizante compuesto (50 kg ha⁻¹) a la siembra y urea a los 26-35 días, a razón de 50 kg ha⁻¹.

El 41 % hace una sola aplicación, el 28 % dos aplicaciones y 28 % ninguna.

Combate de malezas. En cuanto al combate de malezas también se identificaron tres grupos de agricultores: el grupo uno (31 %) que no combate malezas; el grupo dos (31 %) que elimina las malezas manualmente y el grupo tres (31 %) combina el uso de herbicidas con la labor manual. Solamente el 7 % usa exclusivamente herbicidas, lo cual hace que el 38 % de los agricultores use herbicidas.

El herbicida más usual es la atrazina con una dosis promedio de 1,5 kg ha⁻¹. La mitad de las aplicaciones se hace a la siembra y la otra mitad a los 20-25 días.

Combate de insectos. El 55 % de los agricultores no realiza aplicación de insecticidas; los que sí lo hacen (16 %) lo efectúan contra *Spodoptera frugiperda* y el 39 % contra *Cantarina sorghicola*. El insecticida más usado es el monocrotophos.

Cosecha. La totalidad de la cosecha del sorgo en Progreso, se hace con las cosechadoras combinadas de arroz. El 7 % cosecha en febrero, el 72 % en marzo y el 21 % en abril.

Comercialización. El mayor grupo de agricultores (41,4 %) vende el sorgo a \$ 8,00 el quintal; el precio para el resto varía entre \$ 6,60 y \$ 8,50. El IMA compra apenas el 7 % de la producción y las agencias privadas (Melo y Cía., Toledano y Fidanque), adquieren el 93 % de lo producido.

El sistema de producción arroz-sorgo es el que más sesientra en el área de Progreso, que tiene una topografía plana, indistintamente en los suelos de textura franca, franca limosa y fran-

ca arenosa, que corresponden en mayor proporción al grupo dystropepts y en menor área al tropofluvents.

Además de la estrecha relación del sistema con la precipitación, durante el ciclo de crecimiento de los cultivos, en la Figura 1, se muestra el perfil cronológico del sistema de acuerdo con la marcha anual de las lluvias.

Factores limitantes del sistema

En el documento de caracterización del área, de las fincas y de los sistemas de producción de Progreso, (CATIE, 1985) se hace un análisis más o menos completo de los factores de índole agronómica como el tipo de suelo, la variedad, las malezas, los insectos entre otros y los de carácter extra-agronómicos como el mercadeo, crédito, provisión de semillas, de insumos, etc., que limitan en diferente magnitud el adecuado comportamiento del sistema.

Aquí, se trata solamente de hacer un enunciado de los factores, más que todo bióticos, que con las encuestas de caracterización (Cuéllar, *et al.*, 1980), los estudios de seguimiento (Bejarano y Cuéllar, 1983) y con las observaciones y estudios realizados al inicio del proyecto de investigación (Navarro, *et al.*, 1982a, 1982b, Bejarano, *et al.*, 1982, Shannon, *et al.*, 1983, Camargo, *et al.*, 1983), se comprobó que eran los factores que más limitaban la productividad del sistema. El conocimiento de esos factores, sirvió de base para diseñar la investigación encaminada a corregir esos problemas con el fin de mejorar el sistema tradicional.

En común con la mayoría de medioambientes tropicales, el área de Progreso no carece de agentes bióticos que limitan la productividad de los sistemas de producción de cultivos, que en gran parte determinan las actividades y el patrón de uso de insumos dentro de ellos.

Malezas

En la mayoría de las siembras de granos básicos en Progreso, la competencia de malezas es el factor biótico más limitante para la producción. El clima del área favorece el crecimiento vigoroso de malezas durante 10 a 11 meses del año, lo cual se refleja en que la mayoría de las labores de manejo de los sistemas de producción se dirigen al combate de malezas. Durante la preparación de la tierra, para las siembras de primera época, se han encontrado agricultores que hacen de 9 a 10 pases de rastro, con el fin específico de limpiar el terreno de malezas.

La maleza más difundida en el área y que causa mayores problemas en los cultivos anuales es la *Rottboellia exaltata*, tiene un ciclo reproductivo de aproximadamente dos meses y tolera un gran rango de condiciones ambientales. La semilla tiene un tamaño casi idéntico a la semilla del arroz, lo que facilita la cosecha

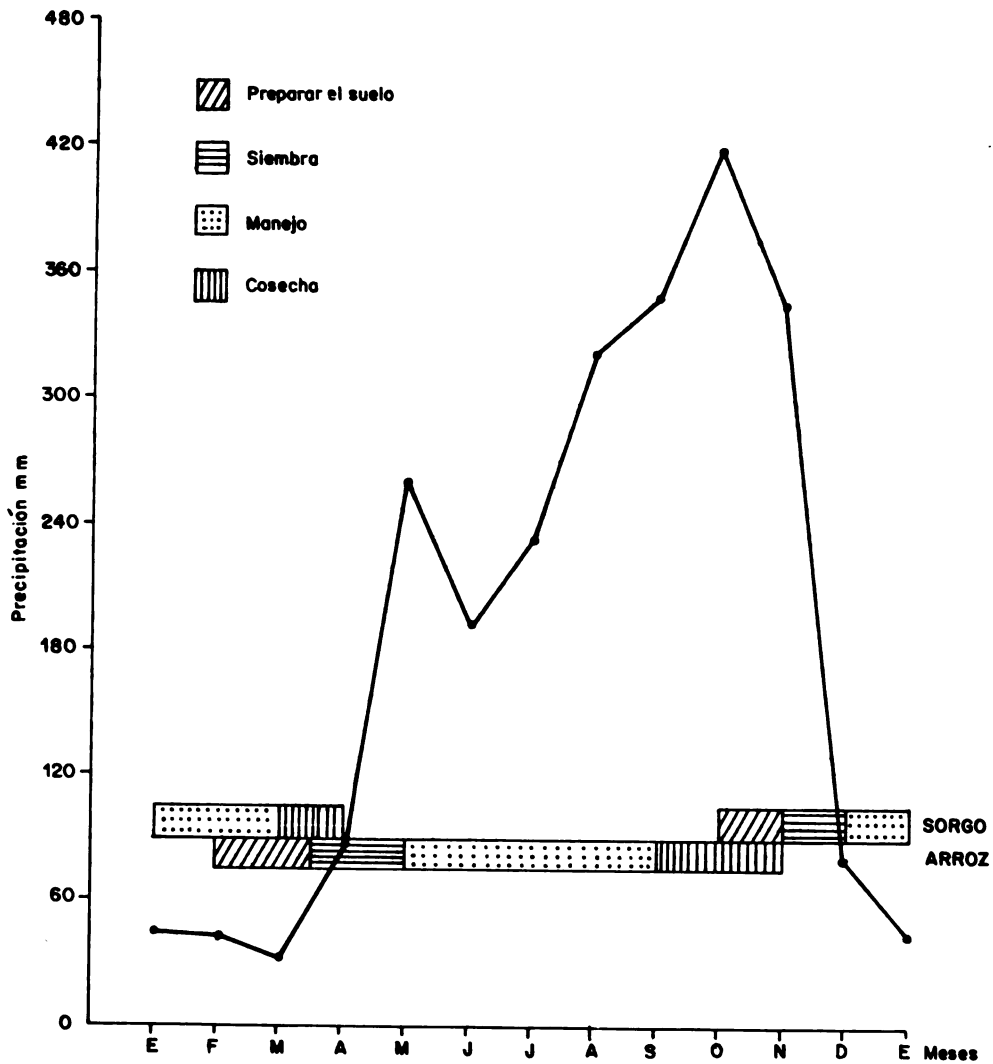


Figura 1. Marcha anual de la precipitación mensual y arreglo cronológico del sistema arroz-sorgo. Progreso, Panamá. 1983.

junto con el cultivo y acelera su propagación cuando ese arroz se utiliza como semilla.

Esta maleza compite con el cultivo desde el momento de la siembra y, debido a su crecimiento rápido, si no se le controla oportunamente, puede causar pérdidas parciales o totales del cultivo. Por eso, se requiere una práctica de combate bastante desarrollada por parte de los agricultores; la falta de este requisito es la razón más importante para que el control de esta maleza no sea eficiente.

En sorgo, su control es generalmente deficiente y se cree que en algunas partes del área, la maleza ha desarrollado algún grado de resistencia al herbicida de mayor uso, la atrazina.

Otra maleza que se encuentra ampliamente difundida en el área es la *Echinochloa colona*, cuya plántula y forma de crecimiento es muy parecida a la del arroz, lo que dificulta su rápida detección y control. En sorgo sin embargo, es fácil su control.

También, en la parte sur del área, está tomando importancia por su rápida propagación la maleza *Cyperus rotundus*. En arroz es severamente agresiva y puede causar el 100 % de pérdida. El control efectivo es muy caro, ya que depende del uso de herbicidas sistémicos durante varios ciclos de cultivo. Aunque los productores del área son muy conscientes del problema, carecen del conocimiento para controlarlo y en muchos casos también de recursos. Obviamente, existen otras malezas pero se les considera de menor importancia (Camargo, *et al.*, 1983).

Suelos

En términos generales, los suelos del área son considerados como fértiles, esa fertilidad es más o menos uniforme en el 70 % del área, especialmente en relación con los macroelementos fósforo, potasio, calcio y magnesio. Como es natural, en una área como la de Progreso, con clima tropical húmedo, con suelos aluviales dedicados a cultivos anuales, los contenidos de materia orgánica varían de bajo a medio, de allí que las deficiencias de nitrógeno sean una limitante de importancia. También, en aquellos suelos de textura franco arenosa se presentan deficiencias de fósforo, pero ventajosamente estos suelos ocupan un pequeño porcentaje de la superficie total.

Insectos

Durante la etapa de establecimiento, hay dos grupos de plagas del suelo que atacan al cultivo de arroz: las que causan daños severos, llegando a veces a destruir una siembra, tales como *Neocurtilla hexadactyla*, *Cyrtomenus bergi* y *Blissus* sp. y las plagas que tienen una distribución espacial extensiva, que raras veces causan daños de importancia, pero que afectan una superficie más grande que el primer grupo, tales como *Conoderus* sp. y la gallina ciega.

Ambos grupos requieren un combate preventivo, ya que son muy difíciles de combatir después de la siembra. Los factores que determinan la incidencia a niveles dañinos, no son conocidos, parece que están asociados con la textura del suelo (especialmente porcentaje de arcilla) y con los períodos excepcionalmente prolongados de sequía al inicio del año agrícola.

Durante el crecimiento vegetativo, hay varias especies de insectos que atacan al cultivo; sin embargo, no causan daños económicos a excepción del *Spodoptera frugiperda* (Navarro, et al., 1982b).

Las plagas más responsables del daño en el sorgo, durante las tres primeras semanas después de sembrado, son *Crambus* sp. y *Spodoptera frugiperda*, que actúa como cortador y barrenador y *Listronotus* sp. La mosquita del sorgo *Contarinia sorghicola*, que es una plaga muy dañina en otros países, no causan daños de importancia en Progreso.

Variedades

Durante los últimos cinco años, los agricultores de Progreso han usado algunas variedades mejoradas de arroz para sus siembras comerciales, principalmente Cica 7, Cica 8, CR 5272, CR 1113, CR 4444; sin embargo, todas estas variedades, han ido perdiendo paulatinamente su tolerancia y resistencia a *Pyricularia* sp., de allí que están sometidos al riesgo de sufrir pérdidas severas, cuando siembran en una época no adecuada o cuando los combates de la enfermedad con agroquímicos no son óptimos ni eficientes.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA TECNOLOGICA



DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA TECNOLOGICA

Naturaleza de la alternativa

Dada la variabilidad de las prácticas de manejo del sistema arroz-sorgo en Progreso, se encontró una verdadera gama de eficiencia, desde niveles muy bajos y empíricos hasta niveles de producción muy tecnificados. Esto hizo pensar en la diferencia que existe en la capacidad y conocimiento que tienen los agricultores; además, tal situación llevó a discernir sobre los tipos de clientes que había en el área para los programas de desarrollo y transferencia de tecnología.

Estas consideraciones -unidas al conocimiento de las características ambientales y socioeconómicas del área, de los tipos y peculiaridades de las fincas, del sistema de producción tradicional y de sus factores más limitantes- condujeron al criterio de que se debía desarrollar una tecnología que además de mejorar el sistema de producción del agricultor, debía también ser utilizable por la mayoría de los productores en razón de su diferente capacidad receptiva.

Por otra parte, debido a la variabilidad del suelo y del clima del área, y a la existencia de interacciones resultantes de la no aditividad del efecto individual de los factores físicos y biológicos que forman parte del sistema (Turrent, 1980), se pensó que una forma correcta de desarrollar una tecnología mejorada, con respecto a la que poseían los productores de Progreso, era investigar y medir el efecto integrado de los factores modificados en cada uno de los ambientes físicos, esperando obtener como resultado de este proceso una alternativa tecnológica eficaz, la cual sería eficiente en una mayor extensión, en la medida en que se introduzcan opciones tecnológicas ajustadas a las diferentes condiciones físicas y bióticas del área.

Características de manejo de la alternativa

La descripción del manejo técnico de la alternativa tecnológica propuesta y de sus requerimientos económicos, se presenta en el Cuadro 2, con una opción para suelos franco arenosos en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Características del sistema de producción arroz-sorgo, propuesta como alternativa para los suelos franco limosos y franco arcillosos. Progreso, Panamá, 1983.

CALENDARIO		Método	Mano de Obra Jornales por ha	Maquinaria Horas por ha	Insumos Tipo y Cantidad por ha	Flujo \$ ha ⁻¹	Producto Flujo Kg ha ⁻¹	Flujo Ingreso total \$ ha ⁻¹ / ha
Semana	Mes							
A R R O Z								
12-16	3-4	Preparación del suelo	-	4,00	-	72,00	-	72,00
17-21	5-6	Siembra	0,25	1,25	22,50 IR-25. 136 Kg	82,50	-	106,25
17-21	5-6	Fertilización	0,25	1,25	9,0 Sulfato Amonio, 100 Kg	23,00	-	33,25
19-23	5-6	Combate de malezas	0,25	1,25	9,0 Propanil*, 2,7 Kg i.a. Bolarot*, 2,5 Kg i.a.	62,22	-	72,47
21-25	6-7	Combate de malezas	0,25	1,25	9,0 Propanil 3,4 Kg i.a. 2-4-D, 0,72 Kg i.a.	47,12	-	57,37
21-25	6-7	1a. Fertilización nitro- genada	0,25	1,25	9,0 Urea 100 Kg	28,00	-	38,25
25-29	7-8	Deshierba	4,00	20,00	-	-	-	20,00
26-30	7-8	2a. Fertiliz. nitrogenada	1,00	5,00	Urea 100 Kg	28,00	-	33,00
29-33	8-9	Combate insectos follaje	0,25	1,25	15,00 Belmark* 59 gr i.a.	10,00	-	26,25
34-38	9-10	Cosecha	1,00	5,00	54,00	-	4,040,00	59,00 985,00
Total				37,50	199,5	280,84	4,040,00	517,84 985,00

S O R G O

42-46	11-12 Preparación del suelo	Rastra	-	3,00	54,00	-	-	54,00	-
44-48	11-12 Siembra	Sembradora	0,25	1,25	22,50	Savanna 5*, 15 Kg	28,00	-	51,75
44-48	11-12 Combate insectos del suelo	Manual	0,50	2,50	-	Furadifin* 1,5 Kg i.a.	47,90	-	50,40
44-48	11-12 Fertilización	Manual al surco	1,00	5,00	-	15-30-8, 100 Kg	34,00	-	39,00
44-48	11-12 Combate de malezas (preemergente)	Bomba-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00 Gesaprim 80*, 3 Kg i.a.	19,50	-	29,75
48-4	12-1 Combate de malezas	Bomba-manual con pantalla	1,00	5,00	-	Gramoxone*, 1,5 l	7,50	-	12,50
48-4	12-1 Fertilización nitrogenada	Manual	1,00	5,00	-	Urea, 150 Kg	42,00	-	47,00
48-4	12-1 Combate insectos (opcional) (Spodoptera)	Helicóptero	0,25	(1,25)	0,25	(15,00)Belmark*, 0,5 l p.c.	(10,00)	-	(26,25)
8-12	2-3 Cosecha	Cosechadora	1,00	5,00	1,00	54,00	-	-	4,200,00
Total				21,25		148,5	178,90	4,200,00	343,40
Gran Total				60,00		348,00	464,37		867,12

1/ 1 Kg de arroz \$0,244

2/ 1 Kg de sorgo \$0,178

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores. (nota del editor).

Cuadro 3. Características del componente arroz en el sistema de producción arroz-sorgo, propuesto como alternativa para los suelos franco arenosos. Progreso. Panamá. 1983.

CALENDARIO Semana	Mes	Actividades de manejo	Método	Mano de Obra		Maquinaria		Insumos		Producto Kg ha ⁻¹	Flujo \$ ha ⁻¹	Flujo Costo Total \$ ha ⁻¹
				Jornales por ha	Flujo \$ ha ⁻¹	Flujo \$ ha ⁻¹	Horas por ha	Flujo \$ ha ⁻¹	Tipo y Cantidad por ha			
A R R O Z												
12-16	3-4	Preparación del suelo	Rastra	-	4,00	-	72,00	-	-	-	-	72,00
16-20	4-5	Combate insectos suelo (incorporados)	Bomba-tractor	0,25	1,25	0,25	9,00	Lorsban*, 1,5 Kg i.a.	20,71	-	-	30,96
17-21	5-6	Siembrá	Sembradora	0,25	1,25	1,25	22,50	IR-25, 136 Kg	82,50	-	-	106,25
17-21	5-6	Fertilización	Volead.-tract.	0,25	1,25	0,50	9,00	15-30-8, 100 Kg	34,00	-	-	44,25
19-23	5-6	Combate de malezas	Bomba-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	Propanil*, 2,7 Kg i.a. Boler*, 2,5 Kg i.a.	62,22	-	-	72,47
21-25	6-7	Combate de malezas	Bomba-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	Propanil*, 3,4 Kg i.a.	47,12	-	-	57,37
21-25	6-7	1a. Fertil. nitróge- nada	Volead.-tractor	0,25	1,25	0,50	9,00	2-4-D, 0,72 Kg i.a. Urea 100 Kg	28,00	-	-	38,25
25-29	7-8	Deshierba	Manual	4,00	20,00	-	-	-	-	-	-	20,00
26-30	7-8	2a. Fert. Nitrogenada	Manual	1,00	5,00	-	-	Urea 100 Kg	28,00	-	-	33,00
29-33	8-9	Combate insectos fo- llaje	Helicóptero	0,25	1,25	0,25	15,00	Belmark*50 gr i.a.	10,00	-	-	26,25
34-38	9-10	Cosecha	Combinada	1,00	5,00	1,00	54,00	-	-	3 980,00	-	59,00 971,12
Total					38,75		208,50		312,55	3 980,00		559,80 971,12

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores. (Nota del editor).

Una descripción más detallada de las modificaciones que se hicieron a los factores más limitantes de la productividad del sistema, con las respectivas opciones para ciertos componentes y en forma separada para los cultivos de arroz y de sorgo, se presenta a continuación.

Arroz

Variedad. Como parte de la alternativa tecnológica propuesta, inicialmente se incluyó para ser recomendada la variedad IR-25, en reemplazo de las variedades que estaban usando los agricultores (Cica 7, Cica 8, CR 1113, CR 5272, CR 4444, Anayansi), debido a su excelente comportamiento en los experimentos de variedades, realizados durante tres años (ver Cuadro 6); además, por su manifiesta resistencia a *Pyricularia* sp. y también por ser de ciclo corto, poseer alto potencial de rendimiento y una buena calidad molinera que facilitaría una buena comercialización.

Desafortunadamente, en algunas de las parcelas de validación de la alternativa, realizada en 1983, la variedad IR-25, como sucede con frecuencia en este tipo de gramíneas, se volvió susceptible a *Rhizoctonia* sp., razón por la cual es algo riesgoso recomendarla como alternativa, y más bien, se espera que otras variedades actualmente en estudio (Metica 1, Oryzica L-3715) la sustituyan.

Fertilización química. La recomendación en este caso, tiene dos opciones; la primera para suelos franco limosos y franco arcillosos que son los que predominan en el área, consiste en la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio a la siembra, luego 100 kg ha⁻¹ de urea a los 30 días después de la siembra (DDS) y finalmente 100 kg ha⁻¹ de urea a los 60 DDS.

En esta opción, se prescinde del uso de fósforo por las siguientes razones: a) En los experimentos de fertilización del arroz, con dosis crecientes de fósforo, realizados durante los tres años del proyecto no se observó respuesta a este elemento en estos suelos; b) el 70 % de los suelos de Progreso tiene alto contenido de fósforo y c) el cultivo requiere solamente de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅, los cuales son suficientemente provistos por el fósforo del suelo.

La segunda opción, para los suelos franco arenosos que ocupan una superficie muy inferior a la de los anteriores, es la de usar 100 kg ha⁻¹ del fertilizante 15-30-8 a la siembra, seguido de 100 kg ha⁻¹ de urea a los 30 y también a los 60 DDS. El uso de fósforo en este caso, se basa en las respuestas observadas en los experimentos y en el bajo y mediano contenido de fósforo de estos suelos.

Las dos opciones anteriores modifican la práctica tradicional del agricultor que consiste en el uso de 150 kg ha⁻¹ de 12-

24-12 a la siembra, 75 kg ha⁻¹ de urea a los 30 DDS y 75 kg ha⁻¹ de urea a los 60 DDS.

Combate de malezas. Para el combate de malezas se ha desarrollado una alternativa de carácter general aplicable en toda el área, en la cual se recomienda hacer dos aplicaciones de herbicidas, una a los 8-12 DDS con 2,7 kg ha⁻¹ de i.a. de propanil*, más 2,5 kg ha⁻¹ de i.a. de bolero (bentiocarb)* y la segunda a los 25-30 DDS con 3,4 kg ha⁻¹ de i.a. de propanil, más 0,72 kg ha⁻¹ de i.a. de 2-4-5T; como este último producto ha salido del mercado por contener sustancias cancerígenas, se lo reemplazó por el 2-4-D.

Una opción para la recomendación anterior, aplicable en los lugares en donde no hay *Echinochloa colona*, es usar solamente propanil* en la primera época, disminuyendo el costo por hectárea en \$ 32 cuando se prescinde del bolero*.

Otra opción de la misma recomendación general, para la parte sur del área en donde hay problemas con *Cyperus rotundus*, es la de aplicar 2 galones por hectárea de 2-4-D cuando la maleza se encuentra en estado de floración, para preparar el suelo y sembrar ocho días más tarde.

El manejo tradicional más frecuente consiste en el uso de 3,6 kg ha⁻¹ i.a. de propanil*, más un litro p.c. de 2-4-5T a los 13-17 DDS y luego 3 kg ha⁻¹ i.a. de propanil a los 30-35 DDS.

Combate de insectos. Se observó que no es económico el combate de insectos del suelo, en aquellos suelos que tienen más del 11 % de arcilla (son la mayoría del área), por cuanto no hay problemas serios de insectos. Sin embargo, para proteger la semilla contra cualquier daño menor, la mayoría de los agricultores usa 400 gr i.a. de clorahep* por hectárea, mezclado con la semilla, hasta aquí no se modifica el componente de combate de insectos del suelo.

En suelos franco arenosos, los insectos del suelo pueden ocasionar pérdidas severas y hasta totales del cultivo, por esta razón se recomienda el uso de 1,5 kg ha⁻¹ i.a. de Lorsban*, aplicándolo pocos días antes de la siembra e incorporándolo inmediatamente al suelo.

Para el combate de *Blissus* sp., cuando se presenta la plaga, se recomienda 1,0 kg ha⁻¹ i.a. de Lorsban aplicado al follaje.

Sorgo

Semilla y siembra. De los materiales genéticos probados, los híbridos Savanna 5 y Pioneer 8244, tuvieron el mejor compor-

* Ver nota de página 11.

tamiento en su orden. Como el Savanna 5 no se encuentra en el mercado local, se recomienda el Pioneer 8244 a razón de 15 kg ha⁻¹ de semilla. Se modifica el sistema de siembra del agricultor al voleo o a 20 cm entre hileras y se recomienda sembrar a 60 cm entre surcos, con la sembradora de arroz a la que se eliminan dos surcos.

Fertilización. Es recomendable el uso de 100 kg ha⁻¹ del fertilizante 15-30-8 a la siembra, más 150 kg ha⁻¹ de urea a los 30-35 DDS, en lugar de la práctica tradicional que es de 100 kg ha⁻¹ de urea a los 30 DDS.

Combate de malezas. El agricultor utiliza 1,5 kg ha⁻¹ p.c. de gesaprin 80* en preemergencia. La alternativa recomienda la aplicación en preemergencia (no aplicar nunca cuando el cultivo ha nacido) de 4,0 kg ha⁻¹ p.c. de gesaprin 80 W.P.A. y 1,5 l ha⁻¹ p.c. de gramoxone* a los 25-30 DDS, utilizando una bomba de mochila con pantalla y haciendo la aplicación en forma dirigida entre los surcos del segundo híbrido.

Combate de insectos. La innovación técnica para el combate de insectos del suelo, recomienda el uso de 1,5 kg ha⁻¹ i.a. de furadán* al momento de la siembra y la aplicación de 0,5 l ha⁻¹ p.c. de belmarck* para el control de insectos del follaje cuando se presente el problema. El agricultor solamente utiliza 1,5 l ha⁻¹ p.c. de nuvacron* para combatir las plagas del follaje.

Comparación de las actividades de manejo del sistema tradicional y de la alternativa

La descripción de las actividades de manejo de las dos tecnologías, se describen en forma comparativa en el Cuadro 4, en donde se dan los detalles concernientes a la época y método de la ejecución de cada una de las labores, y además, se señala el tipo y cantidad de insumos que se utiliza.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 4. Comparación de actividades de manejo del sistema tradicional y de la alternativa. Progreso, Panamá. 1983.

Semana	Mes	ACTIVIDADES	
		Sistema tradicional	Alternativa
<u>CULTIVO DE ARROZ</u>			
12-16	3-4	Preparación del suelo con rastra, haciendo de 3 a 10 pases.	Igual al agricultor, haciendo de 3 a 4 pases de rastra
17-21	5-6	Combate de insectos del suelo, mezclando manualmente con la semilla, 400 gr de i.a. de chlorahep*	Opción para suelos franco arenosos, aplicar 1,5 kg ha ⁻¹ i.a. de Lorsban* antes de la siembra e incorporándolo al suelo. Cuando el <i>Blissus</i> sp. se presenta temprano, aplicar 1,0 kg ha ⁻¹ i.a. de Lorsban la follaje.
17-21	5-6	Siembra con sembradora, utilizando 3 qq ha ⁻¹ de semilla	Igual al agricultor
17-21	5-6	Fertilización a la siembra con 3 qq ha ⁻¹ de 12-24-12 aplicado con voleadora	En suelos franco limosos y franco arcillosos, fertilización a la siembra con 2 qq ha ⁻¹ de sulfato de amonio, aplicado con voleadora. Opción para suelos franco arenosos fertilización a la siembra con 2 qq ha ⁻¹ de 15-30-8, regado con voleadora.
19-23	5-6	Primer combate de malezas a los 13-17 días después de la siembra (DDS), con 2 galones de propanil* de 4 libras, mezclado con 1 litro de 2-4-5T aplicado con bomba halada con tractor	Primer combate de malezas a los 8-12 días después de la siembra (DDS), con 2 galones de propanil* de 3 libras, mezclado con 1,5 galones de Bolero*, aplicado con bomba halada con tractor.

Continúa

Continuación Cuadro 4.

			Opción para terrenos en donde no hay <i>Echinochloa colona</i> aplicar a los 8-12 DDS, solamente 2 galones de propanil de 3 libras
			Opción para terrenos en donde hay <i>Cyperus rotundus</i> aplicar 2 galones de 2-4-D cuando la maleza esté en floración, ocho días más tarde preparar el suelo y sembrar. Luego usar la primera opción a los 8-12 DDS.
21-25	6-7	Segundo combate de malezas a los 30-35 DDS con 1,5 galones de propanil de 4 libras aplicados con bomba halada con tractor	Segundo combate de malezas a los 25-30 DDS, con 2,5 galones de propanil de 3 libras, mezclados con 1 litro de 2-4-D aplicados con bomba halada con tractor.
21-25	6-7	Primera fertilización nitrogenada a los 30-35 DDS con 1,5 qq ha ⁻¹ de urea aplicados con voleadora	Igual al agricultor pero con 2 qq ha ⁻¹ de urea.
23-27	6-7	Fertilización foliar, combate de <i>Pyricularia</i> sp. de la hoja y de insectos del follaje, con 1 litro de Kasumin*, mezclado con 150 cc de Decis* y con 1 galón de Bayfolán*, aplicados con helicóptero.	
25-29	7-8	Deshierba manual con 6 jornales ha ⁻¹	Igual al agricultor con 4 jornales ha ⁻¹
26-30	7-8	Segunda fertilización nitrogenada a los 70-80 DDS, con 1,5 qq ha ⁻¹ de urea, aplicados al voleo en forma manual	Igual al agricultor, pero a los 60 DDS y con 2 qq ha ⁻¹ de urea
29-33	8-9	Combate de <i>Pyricularia</i> sp. del cuello de la espiga con 2 qq ha ⁻¹ de Dithane*, aplicados con helicóptero.	Combate de insectos del follaje con 0,5 litros ha ⁻¹ de Belmarck*, aplicados con helicóptero
34-38	9-10	Cosecha con combinada	Igual al agricultor.

Continúa

Continuación Cuadro 4.

CULTIVO DE SORGO

42-46	11-11	Preparación del suelo con 2 ó 3 pases de rastra	Igual al agricultor, pero con tres pases de rastra
44-48	11-12	Siembra al voleo o en surcos con sembradora de arroz a 40 cm entre hileras, usando 36 kg ha ⁻¹ de semilla híbrida importada	Siembra en hileras con sembradora de arroz a 60 cm entre surcos, usando 15 kg ha ⁻¹ de semilla del híbrido Pioneer 8244 o Savanna 5
44-48	11-12		Combate de insectos del suelo con 15 kg ha ⁻¹ de Furadán regado al voleo manualmente
44-48	11-12		Fertilización a la siembra con 2 qq ha ⁻¹ de 15-30-8, aplicados en banda al surco con la mano
44-48	11-12	Combate de malezas, aplicado en preemergencia 2,5 kg ha ⁻¹ de gesaprin 80, con bomba halada por tractor	Igual al agricultor, pero usando 4 kg ha ⁻¹ de gesaprin 80 W.P.c. aplicados siempre en <u>preemergencia</u>
47-2	12-1	Combate manual de malezas con 2 jornales ha ⁻¹	
48-4	12-1		Combate de malezas con 1,5 litros ha ⁻¹ de gramoxone, aplicación dirigida con pantalla entre surcos, usando bomba de espalda.
48-4	12-1	Fertilización nitrogenada con 2 qq ha ⁻¹ de urea aplicados con voleadora	Fertilización nitrogenada con 3 qq ha ⁻¹ de urea, aplicada al surco en banda a 10 cm del pie de las plantas con la mano
48-4	12-1		Combate opcional de insectos del follaje siempre que se justifique, usando 0,5 litros ha ⁻¹ de Belmarck, aplicado con helicóptero.
2-6	1-2	Combate de insectos del follaje con 1,5 l ha ⁻¹ de nuvacron*, aplicados con helicóptero.	

Continúa...

Continuación Cuadro 4.

8-12	2-3	Cosecha con cosechadora de arroz.	Igual al agricultor
------	-----	--------------------------------------	---------------------

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

Comportamiento esperado de la alternativa

Los resultados obtenidos en los experimentos realizados con el sistema arroz-sorgo, durante dos ciclos de cultivo (1981-1982 y 1982-1983), permitieron demostrar que las modificaciones hechas a los componentes técnicos que estaban limitando la productividad del sistema del agricultor, mejoraban definitivamente a este sistema.

La comprobación de esos resultados mediante las pruebas de comparación de alternativas de producción, en donde se midió el efecto integrado de los factores malezas, fertilización, insectos y variedad, y se obtuvieron rendimientos que sobrepasaron los 5 100 kg ha⁻¹ de arroz y 5 300 kg ha⁻¹ de sorgo con la mejor alternativa, proporcionó las bases para considerar que la alternativa desarrollada para el sistema de producción de arroz en primera, seguido de sorgo en segunda, debe producir, en las condiciones de Progreso, al menos 4 100 kg ha⁻¹ de arroz y 4 200 kg ha⁻¹ de sorgo, al restarle por seguridad el 20 % al rendimiento experimental.

Con estos probables rendimientos se estaría generando un incremento de 1 200 kg ha⁻¹ en arroz y de 1 800 kg ha⁻¹ en sorgo, en relación con los rendimientos medios actuales del agricultor.

Cabe anotar, que los cambios realizados en los componentes, no significan el uso de insumos desconocidos para los productores, al contrario están familiarizados con ellos, solamente se requieren algunos ajustes en las dosis, épocas y métodos de aplicación. Tampoco ocasionan gastos que no sean manejables por los agricultores, toda vez que los costos en arroz son menores y ligeramente más altos en sorgo.

Más aún, varios de los agricultores del área, debido al permanente contacto con los investigadores durante la ejecución del proyecto, han adoptado parcialmente algunas de las modificaciones técnicas, lo cual en cierta medida va a estrechar la diferencia de rendimiento esperado de la alternativa tecnológica, con el de la práctica tradicional.

Area y agricultores de recomendación

Area de recomendación

Para desarrollar la alternativa tecnológica, dirigida a mejorar el sistema de producción arroz-sorgo del agricultor en el distrito de Barú, Chiriquí, se eligió el corregimiento de Progreso como área representativa de la parte plana del distrito, que es la de mayor importancia agrícola en la producción de granos básicos, especialmente arroz.

De tal manera, que la alternativa se propone especialmente en el distrito de Barú, para el área integrada por: a) el corregimiento de Progreso, que está constituido por una franja territorial de seis kilómetros de ancho por 25 de longitud, con una superficie de 135 km², que corre de norte a sudoeste; b) por la franja territorial del distrito Cabecera ubicada en la parte sur de Progreso y que corre paralela a éste, con dimensiones y superficie más o menos similares (150 km²). Especialmente dentro de estas dos subáreas, para las tierras de uso agrícola intensivo que tienen suelos fértiles de fácil mecanización y laboreo, preferentemente aquellos con textura franco arcillosa y franco limosa, integrados taxonómicamente por las unidades de suelo dystropepts y tropofluvents.

Características similares de suelo y clima (Guzmán y Bejarano, 1984) existen en aproximadamente 160 km² de un total de 284 km² de los corregimientos Cabecera, Divalá y Sto. Tomás, del distrito de Alanje que limita al oeste con Progreso, conformado en un 60 % de su superficie por una llanura costera que es una continuación de la de Barú y que va desde el nivel del mar hasta una altura de 30 m al norte.

Por lo tanto, se puede considerar que el dominio de recomendación de la alternativa propuesta, desde luego con ligeros ajustes técnicos (opciones) para lugares con características físicas o bióticas peculiares, es de alrededor de 440 km² de la franja costera del Pacífico ubicada al occidente de la provincia de Chiriquí (Fig. 2).

Una descripción detallada de las características ambientales del área de Progreso, como clima, suelos, cultivos, etc., se encuentra en el primer volumen de este estudio (CATIE, 1985).

Agricultores de recomendación

Ninguna finca es igual a otra, pero las que producen bajo condiciones ambientales, económicas y socioeconómicas similares, tienden a estar estructuradas en forma semejante. Entre éstas hay que distinguir las fincas individuales, que en sí, constituyen un sistema de finca y los grupos de fincas, que se clasifican como pertenecientes a un cierto "sistema de finca" porque tienen semejanzas y objetivos comunes.

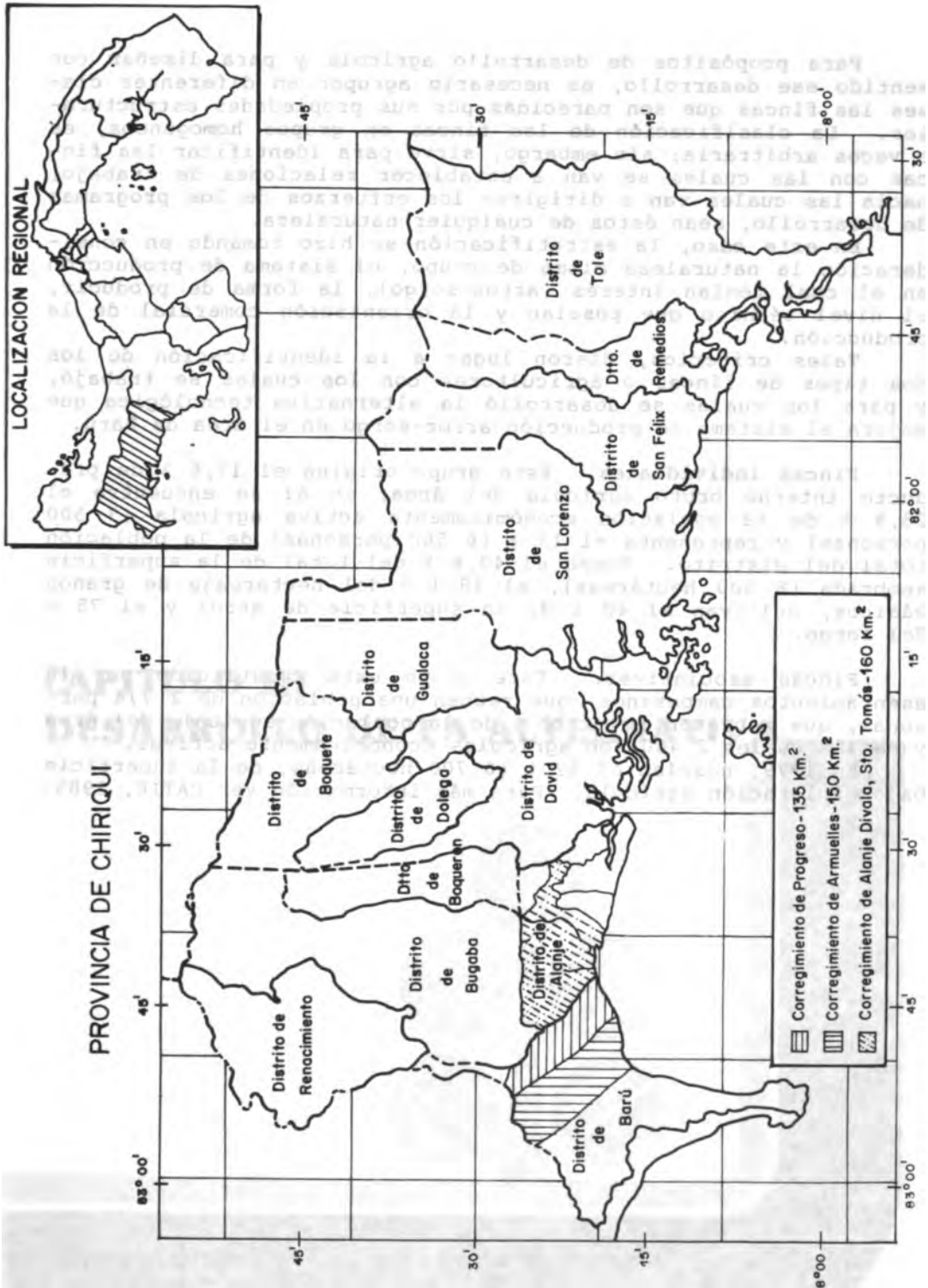


Figura 2. Área de recomendación de la alternativa.

Para propósitos de desarrollo agrícola y para diseñar con sentido ese desarrollo, es necesario agrupar en diferentes clases las fincas que son parecidas por sus propiedades estructurales. La clasificación de las fincas en grupos homogéneos, es a veces arbitraria; sin embargo, sirve para identificar las fincas con las cuales se van a establecer relaciones de trabajo, hacia las cuales van a dirigirse los esfuerzos de los programas de desarrollo, sean éstos de cualquier naturaleza.

En este caso, la estratificación se hizo tomando en consideración la naturaleza misma de grupo, el sistema de producción en el cual tenían interés (arroz-sorgo), la forma de producir, el nivel técnico que poseían y la orientación comercial de la producción.

Tales criterios, dieron lugar a la identificación de los dos tipos de fincas o agricultores con los cuales se trabajó, y para los cuales se desarrolló la alternativa tecnológica que mejora el sistema de producción arroz-sorgo en el área de Barú.

Fincas individuales. Este grupo origina el 17,6 % de producto interno bruto agrícola del área, en él se encuentra el 28,8 % de la población económicamente activa agrícola (3 500 personas) y representa el 13 % (6 560 personas) de la población total del distrito. Posee el 40,6 % del total de la superficie sembrada (8 300 hectáreas), el 48,3 % del hectareaaje de granos básicos, cultivan el 40 % de la superficie de arroz y el 75 % del sorgo.

Fincas asociativas. Este grupo está constituido por 18 asentamientos campesinos, que reúnen una población de 2 774 personas, que representan el 21 % de la población agrícola del área y de las cuales 2 400 son agrícolas económicamente activas.

En 1979, poseían el 32 % (6 700 hectáreas) de la superficie bajo explotación agrícola. Para más información ver CATIE, 1985.

CAPITULO III
DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA



DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA

Metodología de desarrollo de la alternativa

Un sistema de producción de cultivos, es el conjunto de actividades de manejo técnico-administrativo que el agricultor ejecuta en el lapso de un año, con el propósito de que una o más especies cultivadas, transformen los recursos asignados dentro de la finca (Moreno, 1984), en productos útiles. Comprende el manejo de todos los componentes requeridos para la producción y el conocimiento de las interacciones de éstos entre sí y con el medio ambiente.

La investigación en fincas con el enfoque de sistemas, trata de determinar cómo pueden modificarse los componentes de manejo del sistema, para obtener mayores beneficios en diferentes ambientes de producción. El aumento de la producción anual de un sistema, se puede lograr a través de dos caminos (Zandstra, 1981): uno aumentando la eficiencia del sistema actual, en este caso arroz-sorgo, y el otro con la intensificación del sistema, adicionándole un nuevo cultivo dentro del año agrícola.

De acuerdo con los enunciados anteriores, partiendo del principio de que el agricultor de escasos recursos es el ente focal de la investigación aplicada y considerando que a base del estudio y conocimiento integral de sus potenciales y limitaciones, se puede poner énfasis en la solución de los problemas reales que confronta en la producción de sus cultivos, se adoptó la metodología de investigación con el enfoque de sistemas.

En este caso, el marco de referencia metodológico, dentro del cual se orientaron las investigaciones, fue el propuesto por el Departamento de Producción Vegetal del CATIE (Burgos, 1979; CATIE, 1979 y Navarro, 1979). Esta metodología contempla varias fases dentro del proceso: a) parte de la selección de áreas, b) concede importancia a la caracterización de las áreas, de los sistemas de finca y de los sistemas de producción con sus limitaciones, c) con base en este conocimiento sugiere el diseño de las opciones tecnológicas, d) que deben tener un período de prueba y evaluación a nivel de finca, por medio de la experimentación de campo y de apoyo, e) para finalmente pasar a

la fase de validación técnica y económica de las alternativas desarrolladas.

Una vez cumplida la actividad fundamental de caracterizar el área, la finca, de definir el sistema de cultivo más importante en el área y de hacer la descripción del mismo, con la identificación de los factores de manejo que más lo limitaban, se pasó a diseñar la investigación en finca; para tal efecto, hubo que establecer una metodología (Bejarano y Shannon, 1983) que permita obtener resultados a corto plazo (2 o 3 años); de tal naturaleza que la información obtenida sea confiable y que a la vez pueda adaptarse a las condiciones agroeconómicas prevalentes en el área.

En el diseño de la investigación en finca, se dió prioridad a aquellos componentes o factores de manejo, considerados como los más limitantes (malezas, fertilidad del suelo, variedades e insectos), dejando los otros factores como constantes. El resultado de este proceso se resume en la Figura 3, en donde se ubican los diferentes tipos de experimentos realizados.

Así, hubo un constante contacto con los agricultores, los que llegaron a entender y aceptar la labor de los investigadores. Por otra parte, este contacto produjo una retroalimentación desde las primeras etapas de la experimentación, que hizo que la metodología de investigación fuera muy sensitiva a las necesidades reales de los productores.

Experimentos exploratorios

Los ensayos exploratorios (Petersen, 1976), tratan de analizar, en orden de importancia y en forma integral, el impacto agroeconómico de los componentes de manejo limitantes y de las interacciones más importantes entre ellos. Como resultado de esto, tanto en arroz como en sorgo, se estudió el combate de malezas e insectos, la fertilización y la variedad.

Experimentos de componentes

Una vez comprobada la importancia de los factores supuestamente limitantes, se cuantificaron los efectos y se definieron sus principales interacciones a través de los experimentos exploratorios, se iniciaron los experimentos de componentes que consisten en colocar en varios lugares dentro del área, experimentos con varios niveles de un factor, manteniendo los otros factores a un nivel adecuado. Estos experimentos permiten hacer una evaluación agronómica y económica de los niveles que se estudian, para llegar al tratamiento de recomendación de ese factor.

Así, estos experimentos proporcionan información en forma aislada de cada uno de los componentes hacia los experimentos de comparación o prueba de alternativas, para su funcionamiento en éstos en forma integrada.

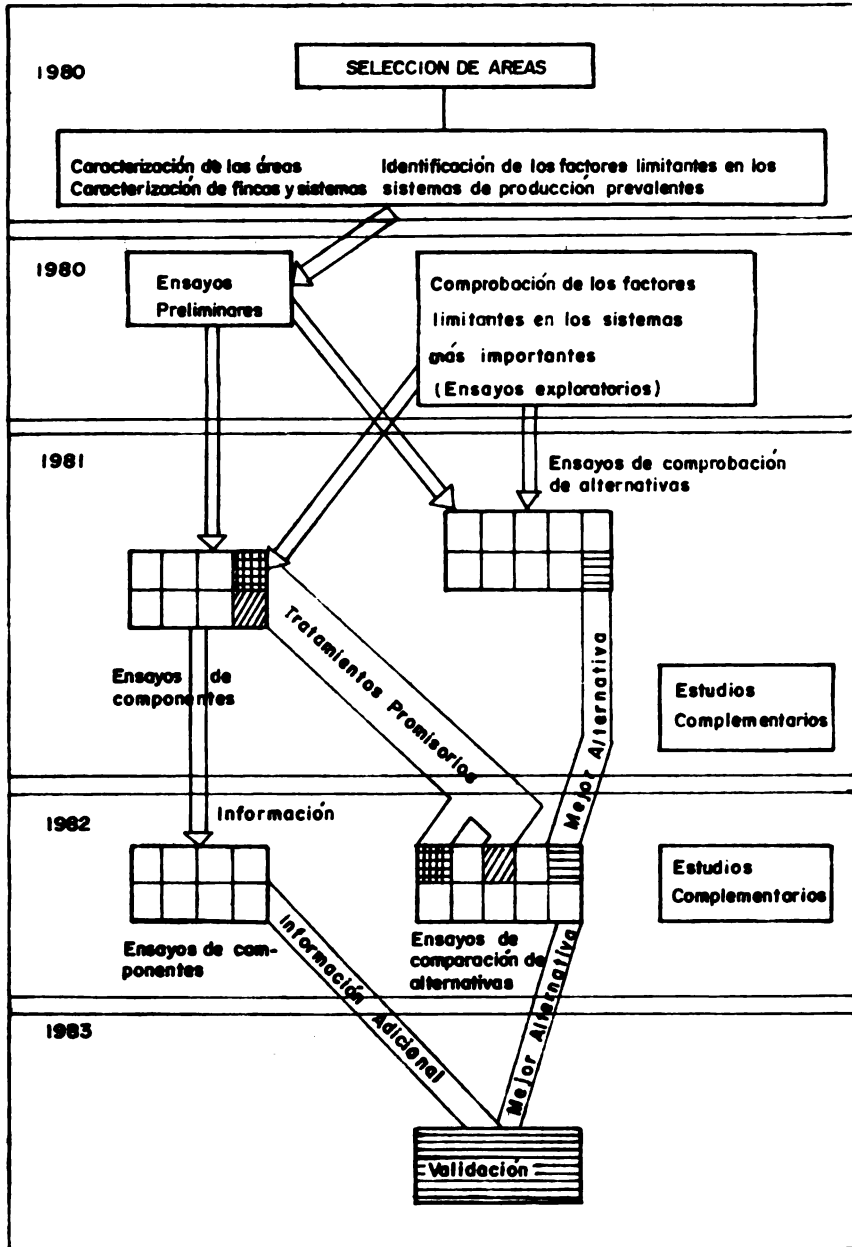


Figura 3. Cronología del proceso de desarrollo de la alternativa, Progreso, Panamá, 1983.

Experimentos de comparación de alternativas

Los resultados obtenidos de los experimentos de componentes, permitieron la elaboración de una primera alternativa, conformada por los niveles biológica y económicamente superiores de combate de malezas, insectos, fertilización y variedad, la misma que pasó a la fase de comparación o prueba.

Este tipo de experimentos sirve para hacer una comparación de los sistemas de manejo promisorios con la práctica del productor, porque, tratándose de factoriales 2^4 , los factores trabajan en forma integral o individual.

Debido a la variación ambiental que existe en el espacio y a la no aditividad de los efectos individuales de los factores, es necesario repetir en sitios estratégicos estos experimentos para medir la variabilidad de las opciones (Turrent, 1980).

Se supone básicamente que este diseño de tratamientos, conduce a:

- Cuantificar la sensibilidad de la práctica del agricultor a la adición de un componente mejorado (mejoramiento de un componente aislado de manejo del cultivo).
- Cuantificar la sensibilidad de la alternativa a la supresión de un componente mejorado (adición incompleta de la alternativa).
- Definir la bondad de la alternativa con todos los componentes limitantes modificados.
- Entender la variabilidad de la respuesta de las alternativas comparadas a través de los sitios.

Es interesante anotar, que en estos experimentos y en los de componentes, hubo siempre dos tratamientos comunes: uno que corresponde a la práctica del productor y el otro a la alternativa mejorada, con todos los componentes limitantes modificados.

La existencia de tratamientos similares en los dos tipos de experimentos, es muy importante, por cuanto se asume que la alternativa modificada será la que mejor se comporte a través de toda el área. Un comportamiento diferente al indicado en alguna subárea, será el indicio de que la alternativa no funciona bien en ese sitio en particular y será necesario buscar una opción, haciendo un ajuste a la propuesta.

Este parece ser el camino para la obtención de alternativas en un plazo relativamente corto; ajustándolas paulatinamente en épocas aproximadamente sucesivas, de acuerdo con los resultados obtenidos en los ciclos de prueba precedentes, hasta llegar a definir la mejor opción para cada componente y subárea.

Evidencia experimental

A continuación se presentan en forma más o menos resumida, los resultados experimentales que sirvieron de base para estructurar la alternativa tecnológica. Esta información se da en primer lugar para el arroz y luego para el sorgo, que son los cultivos componentes del sistema mejorado.

Información más detallada al respecto, se encuentra en los Informes Técnicos Anuales y en los artículos técnicos elaborados durante la ejecución del Proyecto (Navarro, *et al.*, 1982a; 1982b; Bejarano, *et al.*, 1982; Camargo, *et al.*, 1983; Shannon, *et al.*, 1983; Bejarano y Shannon, 1984).

Investigaciones en el cultivo de arroz

Experimentos exploratorios. En el año 1980 (Bejarano, *et al.*, 1982) fueron sembrados dos ensayos factoriales 2⁴, en bloques completamente al azar, con los siguientes propósitos:

- Verificar si los factores identificados como limitantes, durante las etapas iniciales del proceso de caracterización del sistema de producción (entrevistas con productores y observaciones de los técnicos), eran realmente limitantes de la producción.
- Determinar el orden de importancia de los factores para así priorizar la futura investigación.
- Averiguar si había o no interacciones entre los factores, las cuales podían influir en el diseño de la investigación posterior.

Se estudiaron dos niveles de fertilización, dos de herbicidas y dos de insecticidas (con y sin aplicación en cada caso) y dos densidades de siembra. El detalle del nivel dos de los tratamientos se presenta en el Cuadro 5. Además de los tratamientos indicados, se incluyó un tratamiento que representó la práctica del agricultor.

Cuadro 5. Densidades de siembra y nivel dos de los tratamientos usados en los experimentos exploratorios de arroz. Progreso, Panamá. 1980.

Factor	Epoca de aplicación	Dosis ha ⁻¹
Fertilización	a la siembra	180 kg de 12-24-12
	25 DDS ^{1/}	90 kg de urea
	50 DDS	90 kg de urea
Herbicida	a la siembra	1 kg i.a. pendimethalin (Prowl)*.
	25 DDS	2,5 kg i.a. propanil*
Insecticida	a la siembra	2 kg i.a. phoxim (Volatón)*
Densidad de siembra	Nivel 1	114 kg semilla
	Nivel 2	159 kg semilla

^{1/} DDS = Días después de la siembra

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

Efectos e interacciones de los factores

Los efectos significativos de los factores individuales, de uno de los experimentos (el otro se perdió), se presentan en la Figura 4. El orden de importancia de los factores fue:

- a) El uso de herbicidas -cuando no se controlaron las malezas no hubo rendimiento.
- b) El uso de fertilizantes -aumentó el rendimiento en 1 272 kg ha⁻¹.
- c) El uso de insecticida -incrementó el rendimiento en 421 kg ha⁻¹.
- d) Efecto de densidad de siembra -no hubo.

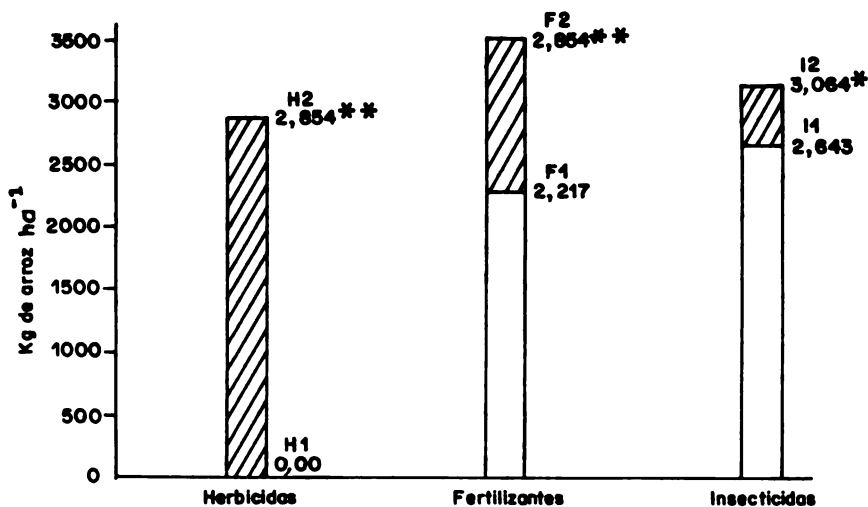


Figura 4. Efectos significativos (0,05* y 0,01**) del uso de herbicidas, fertilizantes e insecticidas en el cultivo de arroz. Progreso, Panamá, 1980.

Las interacciones herbicida -fertilizante y herbicida- insecticida, fueron las únicas significativas. Sin embargo, estas interacciones se tomaron con cierta reserva, debido principalmente a la ausencia de rendimiento de arroz cuando no se usó herbicida. El mejor tratamiento en el cual se aplicaron fertilizantes, herbicidas e insecticidas, produjo 1 572 kg ha⁻¹ más que la práctica del agricultor (3 979 y 2 407 kg ha⁻¹ respectivamente), lo cual indicó que había un buen potencial para mejorar el sistema tradicional del área.

A pesar de que se perdió el segundo experimento exploratorio antes de la cosecha, los resultados preliminares indicaron que hubo un fuerte efecto del uso de insecticida, ya que todas las parcelas no tratadas fueron eliminadas por un ataque de *Scaptomyza* sp. (Orthoptera: Gryllotalpidae).

Relaciones entre variables

En la Figura 5, se trata de representar las relaciones de causa-efecto de las variables estudiadas, con las variables de respuesta y entre éstas. Usando un análisis de correlación múltiple, se calcularon los coeficientes de correlación, cuya magnitud y signo indica la importancia y el tipo de relación de una variable sobre la otra.

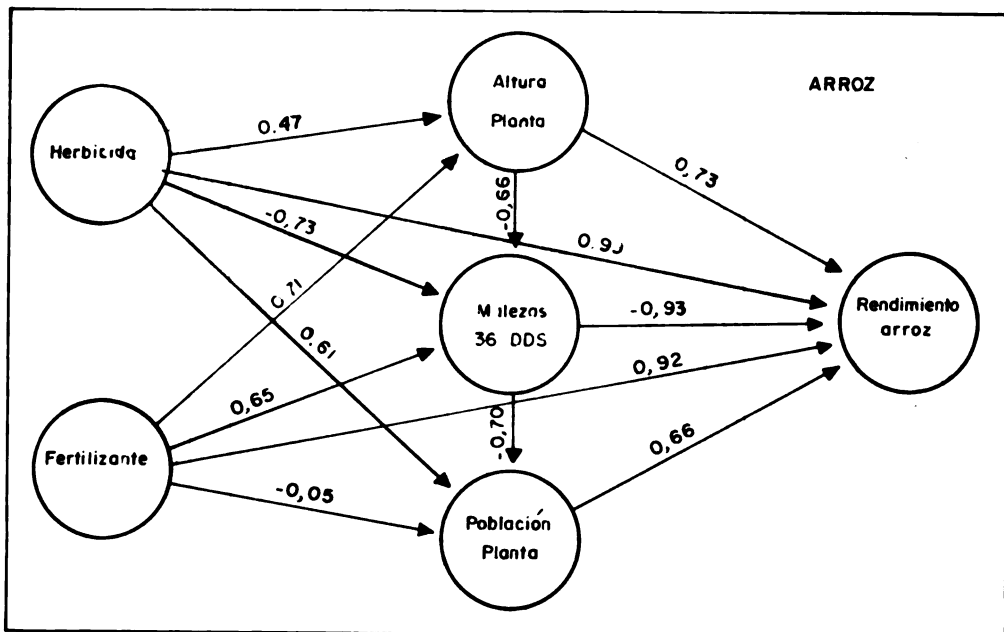


Figura 5. Coeficientes de correlación entre las variables independientes de herbicida y fertilizante, con las variables de respuesta en el arroz. Progreso, Panamá. 1980.

En el arroz, la relación de las variables herbicida y fertilizante con el rendimiento, indica que el uso de estos agroquímicos influyó positivamente en éste, pues la magnitud y signo de los coeficientes, 0,99 y 0,92 respectivamente, así lo confirman. Además, el herbicida afectó negativamente al porcentaje de malezas, que como era de esperarse, lo redujo. Por otra parte, el fertilizante fue beneficioso para el crecimiento de las malezas y para la altura de la planta. La población de plantas no tuvo relación con el fertilizante aplicado (0,05).

En la Figura 5, se observa también que las variables componentes del rendimiento, altura y población de plantas, favorecieron la producción de arroz; sin embargo, las malezas afectaron negativamente en alto grado la cosecha del grano.

Los resultados de los ensayos exploratorios llevaron a la conclusión de que la futura investigación debía enfocarse, en orden de importancia, a los componentes; combate de malezas, fertilización y combate de insectos; para esto, se considero que podían presentarse las interacciones antes indicadas.

Como la densidad de siembra no demostró ningún efecto, se optó por usar, en los futuros ensayos, el promedio de las dosis estudiadas, equivalente a 136 kg ha^{-1} de semilla y en su lugar,

se incluyó el estudio de variedades, debido a dos razones: primero, porque se observó que las variedades comúnmente utilizadas en las siembras comerciales eran muy susceptibles a *Pyricularia oryzae* y segundo, porque en las pruebas preliminares sobre variedades, se detectaron algunas con buen potencial (ver la sección Evaluación de Variedades) de rendimiento y con resistencia a dicha enfermedad.

Experimentos de componentes. Evaluación de variedades. En el Cuadro 6, se presenta un resumen del comportamiento de los rendimientos de las variedades en las pruebas de evaluación realizadas entre 1980-83. Se observa que la variedad IR-25 (Línea 13), mostró mayor estabilidad de alto rendimiento que las otras variedades probadas durante los cuatro años de investigación. Entre ellas, algunas variedades, especialmente la L-5715, Metica 1 y Metica 2, demostraron buen potencial de rendimiento pero menos estabilidad, éste último se reflejó por el número de ensayos en los que no estraron como las tres variedades de mayor rendimiento. Las razones para la variabilidad en el comportamiento de estas variedades no se conocen, aunque parece que no están relacionadas con el tipo de suelo.

Futuras investigaciones pudieran identificar las condiciones más apropiadas para obtener éxito con estas variedades. La variabilidad, en su comportamiento y el hecho de que fueron evaluadas solamente durante un año en el área, (los datos del Cuadro 6 incluyen los de 1983, año en que se validó la alternativa) fueron las razones para no incluir alguna de estas variedades en la alternativa. Sin embargo, en el futuro pueden ser consideradas como materiales potenciales para reemplazar a la variedad seleccionada, Línea 3.

La variedad Surinam 70, fue la única de las otras variedades que demostró tener un buen potencial de rendimiento (aunque sus rendimientos también fueron variables entre sitios). No se le consideró como posible alternativa, debido a su mala calidad molinera, ciclo largo de crecimiento (aproximadamente 160 días versus 120 días para las otras variedades evaluadas) y su baja aceptabilidad por parte de los productores.

Las variedades sembradas tradicionalmente en la zona, Cica 8, Cica 7, CR-5272 y CR-1113, en general no se comportaron bien.

La selección de la Línea 13, como la mejor variedad para incluirla en la alternativa, se hizo con base en su consistente buen comportamiento a través de toda el área y de sus altos rendimientos a través del tiempo cuyo promedio en seis experimentos fue de $4\ 591\ \text{kg ha}^{-1} + 916\ \text{kg ha}^{-1}$, frente a la producción de $3\ 345\ \text{kg ha}^{-1} + 884\ \text{kg ha}^{-1}$ que tuvo la variedad Cica 8, que actualmente predomina en la zona. También se seleccionó por su actual resistencia a la plaga de mayor incidencia que es la *Pyricularia oryzae*.

Cuadro 6. Resumen de los resultados obtenidos con 12 variedades de arroz en 11 experimentos realizados en Progreso, Panamá, durante los años 1980-1983.

Variedad	Número de ensayos en que la variedad ocupó el:				Indice de Calif. ^{1/}	Años de evaluación
	1er lugar	2º lugar	3º lugar	4º lugar		
Línea 13 (IR-25)	3	2	2	0	2,1	80, 81, 82, 83
L-5715	1	1	0	1	1,7	82, 83
Metica 1	1	2	0	2	1,4	82, 83
Surinam 70	3	0	2	3	1,4	80, 81, 82, 83
Metica 2 ^{2/}	2	0	0	3	1,2	82, 83
Oryzica	0	1	2	1	1,0	82, 83
Línea 8	0	2	0	3	0,8	80, 81, 82
Cica 8 ^{2/}	0	1	1	6	0,4	80, 81, 82, 83
Cica 7 ^{2/}	0	0	1	7	0,1	80, 81, 82, 83
CR-1113 ^{2/}	0	0	0	4	0,0	80, 81, 82, 83
Anayansi	0	0	0	11	0,0	80, 81, 82, 83

^{1/} El índice de calificación se calculó asignando 3 puntos cada vez que una variedad rindió en 1er. lugar, 2 puntos para 2º lugar, 1 punto para 3º lugar y ningún punto si no estaba dentro de las tres mejores variedades de ese ensayo. La suma de los puntajes fue dividido entre el número de ensayos en que se sembró la variedad. Así, para Metica 1, $1(3)+2(2)+0(1)+2(0) = 7/5 = 1,4$.

^{2/} Variedad actualmente susceptible a *Pyricularia oryzae*.

Combate de insectos*

Investigación de diagnóstico. Durante 1981 y 1982 fueron realizados varios "ensayos de diagnóstico", en los cuales se trató de medir el efecto del daño causado por los insectos en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo, y de identificar las especies responsables de ese daño. La información sobre los insectos y plagas no insectiles se encuentra en CATIE, 1985.

Los resultados de estos ensayos, de otros estudios de prueba de insecticidas y de los de comparación de alternativas, de-

* Se agradece la colaboración del Insect Identification and Beneficial Insect Introduction Intitute del USDA. Beltsville, Maryland, USA, en la identificación de los insectos citados en el texto.

mostraron una situación muy confusa. En la Figura 6 se presenta un resumen de los resultados obtenidos, donde se muestra el aumento promedio de rendimiento con las aplicaciones de insecticidas al suelo, al follaje y a la panoja. Como los datos provienen de ensayos que tuvieron diferentes propósitos, tanto los productos empleados como las dosis de ellos, variaron entre ensayos (Cuadro 7). Sin embargo, estos resultados permiten hacer dos observaciones de carácter general.

a) Parece que las aplicaciones de insecticidas al suelo a la siembra, son las que tienen mayor efecto en el rendimiento.

El efecto promedio de las aplicaciones al follaje incrementó el rendimiento solamente en un 7,3 %, comparado con el 20,3 % debido a las aplicaciones al suelo. Además, con la aplicación adicional de insecticidas al follaje, después de haberlos aplicado al suelo se obtuvo solamente un 5,3 % de aumento en el rendimiento.

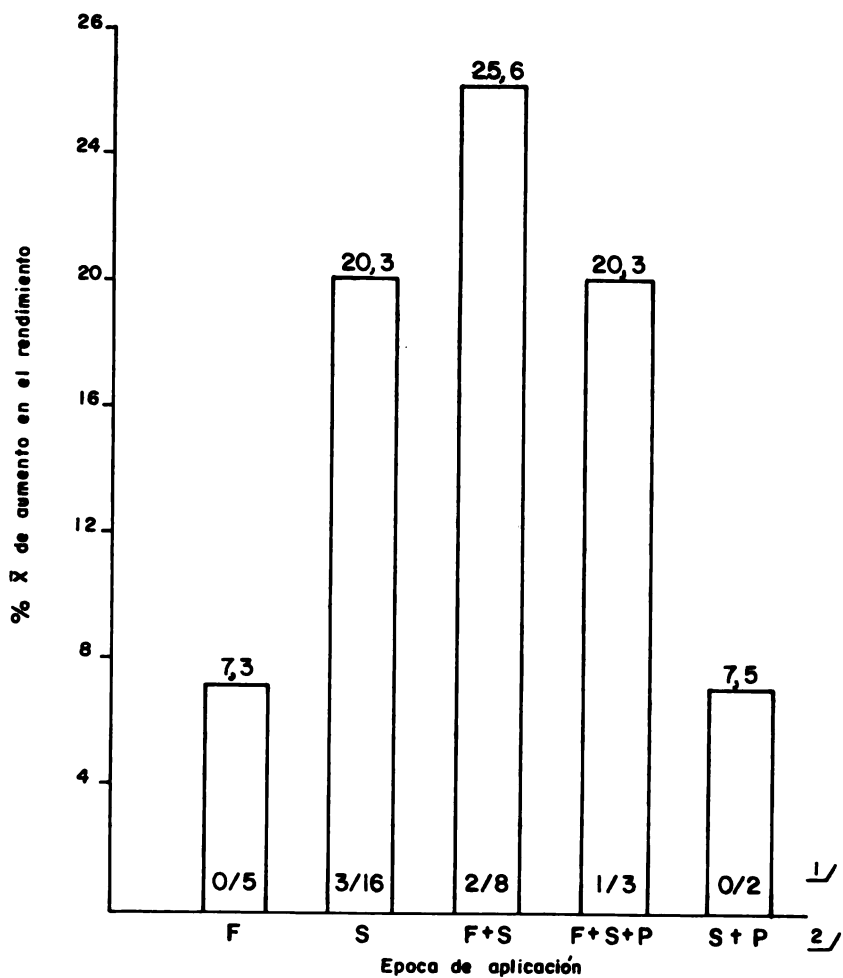
b) Relativamente en pocos sitios se encontró un efecto estadísticamente significativo al uso de insecticidas. Las causas para la variabilidad en la respuesta al uso de estos productos fueron desconocidas, aunque se sospechó que estaban relacionadas con la textura, en el caso de las aplicaciones al suelo. La naturaleza de esta relación tampoco se supo con certeza (ver información suplementaria).

Cuadro 7. Insecticidas y dosis usadas en tres etapas de crecimiento del arroz, para medir su efecto en el rendimiento. Progreso, Panamá. 1980-1982.

Epoca ^{1/}	Producto*	Dosis kg ha ⁻¹ i.a.
S	phoxim (Volatón)	0,57 - 2,00
F	fenvalerato (Belmark)	0,05
	o diazinón	0,75
P	fenvalerato (Belmark)	0,05
	o diazinón	0,75

^{1/} S = aplicaciones al suelo a la siembra
 F = aplicaciones al follaje durante la etapa vegetativa
 P = aplicaciones a la panoja

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).



1/ Nº de respuestas significativas por ensayo

2/ F = Aplicación al folleje en la etapa vegetativa

S = Aplicación al suelo en la siembra

P = Aplicación a la panoja

Figura 6. Resumen de resultados sobre el efecto de las aplicaciones de insecticidas en el rendimiento del arroz. Progreso, Panamá. 1981-82.

Por las razones anteriormente mencionadas, se decidió no incluir en la alternativa una recomendación sobre el uso de insecticidas al suelo, hasta no disponer de mayor información.

A pesar de esta decisión, se había observado durante el transcurso del proyecto, que existen ciertas plagas extremadamente dañinas, que atacan al arroz en forma esporádica, tales como: *Scapteriscus* sp. (Orthoptera: Gryllotalpidae), *Spodoptera frugiperda* (Lepidopera: Noctuidae) y *Blissus* sp. (Hemiptera: Lygaeidae). Cuando estas plagas están presentes en el suelo, es necesario su control.

Investigaciones de las plagas principales

A continuación se presenta la investigación realizada sobre estas plagas y las medidas recomendadas para su combate.

Scapteriscus sp. Conocida comúnmente con el nombre de "griillotopo"; es una plaga que afecta principalmente las siembras de arroz en suelos livianos. Sin embargo, dentro del grupo de suelos livianos, parece que en algunos de ellos hay mayor susceptibilidad al ataque, y en estos casos la pérdida puede ser total; las razones para ello se desconocen.

Las prácticas de combate que usan actualmente los agricultores en su mayoría son deficientes, aunque algunos logran un control efectivo mediante la aplicación de heptacloro en dosis altas. Tal consideración hizo necesario que se desarrollara una alternativa que sustituyera el uso de este producto de alta toxicidad humana, que está siendo prohibido en muchos países por sus probables riesgos cancerígenos y medioambientales.

En 1982 y 1983, se presentaron dos oportunidades de investigar la posibilidad de sustituir el heptacloro por otro insecticida.

En 1982, el volatón* y el primicid* fueron igualmente efectivos en prevenir el daño causado por *Scapteriscus* al aplicarlos a razón de 2 kg de ingrediente activo (i.a.) por hectárea (Cuadro 8). Sin embargo, los rendimientos obtenidos parece que no estuvieron relacionados con el nivel del daño, porque cuando se aplicó en forma curativa a los 20 DDS rindió igual que los otros productos, a pesar de que el daño causado por *Scapteriscus* fue estadísticamente igual al testigo absoluto. En este caso, es probable que el grado de infestación de *Scapteriscus* no fue suficiente para causar daño económico, o que existe la posibilidad de que la aplicación a los 20 DDS controló otra plaga que estaba causando problema en esta fase del crecimiento.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 8. Rendimiento de arroz, daños causados por *Scapteriscus* sp. y tratamientos de insecticidas al suelo. Progreso, Panamá. 1982.

Producto y dosis ^{1/} kg ha ⁻¹ i.a.	Rendimiento \bar{X} ^{2/} kg ha ⁻¹ 14 % humedad	\bar{X} de m dañados en el ^{2/} surco por <i>Scapteriscus</i> a los 27 DDS ^{3/}
Phoxin (volatón 2,5 G), 2 kg al voleo 20 DDS ^{3/}	3 944 a	15, 21 b
Phoxin (volatón 2,5 G), kg	3 782 a	7,26 a
Heptacloro 25 % p.m., 2 kg mezclado con la semilla	3 724 a	5,13 a
Pirimifos-etil (Primicid 50 cc), 2 kg	3 648 ab	8,03 a
Testigo absoluto	3 111 b	13,28 b

1/ Los productos fueron aplicados al suelo a la siembra, si no se especifica otra forma.

2/ Las cifras con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan (P = 0.05).

3/ DDS = Días después de la siembra.

En 1983, el Primicid* y el Lorsban*, controlaron en todas las dosis probadas al *Scapteriscus*, igual y eficazmente como el heptacloro* y en mejor forma que el testigo del agricultor, consistente en Cytrolane* a razón de 0,5 kg (Cuadro 9). Sin embargo, este resultado no se reflejó en los rendimientos promedio obtenidos, lo cual probablemente se debe: primero, a que hubo un ataque severo de *Rhizoctonia* sp., que parecía ser más fuerte donde hubo mayor población de plantas, lo que ocultó los efectos beneficiosos del control de *Scapteriscus* y segundo, a que el ataque de *Scapteriscus* no fue homogéneo y, por lo tanto, las diferencias entre los rendimientos promedio no fueron tan grandes como se esperarían si cada bloque hubiera sido igualmente afectado.

En el Cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos en el bloque que fue más severamente atacado. Aunque no es posible comprobarlo estadísticamente, puede observarse claramente la superioridad de Lorsban* y Primicid* sobre heptacloro* y Cytrolane*, en cuanto a la prevención de daños por *Scapteriscus*.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 9. Tratamientos de insecticidas al suelo, rendimientos de arroz y daños causados por *Scapteriscus* sp. Progreso, Panamá. 1983.

Producto y dosis ^{1/}	Rendimiento \bar{X} kg ha ⁻¹ 14 % humedad ^{2/}	\bar{X} arcoseno $\sqrt{\text{del}}$ % del área dañada de la parcela ^{2/}
Pirimifos-etil (Primicid 5G), 2 kg	2 952 a	18,69 a
Heptacloro 25 % p.m. 1,5 kg	2 717 a	20,76 a
Clorpirifos (Losrban 4E), 1,5 kg	2 703 a	20,46 a
Pirimifos-etil (Primicid 5G), 1,5 kg	2 580 a	19,47 a
Nefosfolán (Cytrolane 2G) 0,5 kg	2 567 a	43,30 b
Clorpirifos (Lorsban 4E), 2 kg	2 404 a	12,80 a

^{1/} Todos los productos fueron aplicados al suelo a la siembra

^{2/} Las cifras con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan (P = 0,05).

Es importante anotar que Lorsban a razón de 2,0 kg ha⁻¹ i.a. produjo bajos rendimientos en todas las repeticiones. Aunque no se le observó visualmente, es posible que este tratamiento haya tenido algún efecto fitotóxico.

Finalmente, la recomendación a ser incluida en el paquete tecnológico, fue:

- Hacer antes de la siembra, una inspección de los campos con suelos livianos que tienen una historia de ataque por *Scapteriscus*, para así detectar la presencia de la plaga.
- Hacer unos días antes de la siembra, una aplicación de 1,5 kg i.a. de Lorsban (1 galón de producto comercial) e incorporarlo inmediatamente al suelo, en las partes infestadas del campo. Se prefirió este producto y no al primicid*, debido a su mayor disponibilidad en el mercado.

Cabe indicar, que la recomendación tiene la desventaja de que es más cara que la práctica del productor que usa heptacloro* (\$ 16,84 versus \$ 30,96) y además no se puede usar en forma curativa como el heptacloro*, porque el Lorsban hay que incorporarlo.

* Ver nota de página 11.

Sin embargo, el Lorsban se mueve muy poco en el suelo; por lo tanto, hay muy poca probabilidad de contaminación de los ríos y del agua subterránea, la cual usa la mayoría de la gente como agua potable.

Cuadro 10. Tratamientos de insecticidas al suelo, rendimientos de arroz y daños de *Scapteriscus* sp. observados en el bloque más severamente atacado. Progreso, Panamá. 1983.

Producto y dosis kg ha ⁻¹ i.a.	Rendimiento kg ha ⁻¹ 14 % humedad	\bar{X} arcoseno $\sqrt{\text{del}}$ % del área dañada de la parcela
Pirimifos-etil (Primicid 5G), 2 kg	3 902	36,27
Clorpirifos (Lorsban 4E), 1,5 kg	3 344	22,79
Heptacloro 25 % p.m. 1,5 kg	2 509	42,13
Pirimifos-etil (Primicid 5G), 1,5 kg	2 426	22,79
Clorpirifos (Lorsban 4E), 2 kg	2 041	10,78
Nefosfolán (Cytrolane 2G), 0,5 kg	690	77,08

Blissus sp. El *Blissus* o chinche de grama, es una plaga que siempre está presente en el cultivo de arroz; normalmente en poblaciones no dañinas. Por razones desconocidas, aunque se sospecha que hay alguna relación con períodos prolongados de sequía, las poblaciones suben ocasionalmente a niveles que pueden llegar a destruir el cultivo.

En 1983, se presentó la oportunidad, de comprobar algunos productos químicos para el combate de esta plaga, en un cultivo de aproximadamente 25 días de edad.

El porcentaje de disminución de las poblaciones de *Blissus* sp. como respuesta a la aplicación de insecticidas se muestra en el Cuadro 11.

El ANDEVA (análisis de varianza) demostró que hubo diferencias significativas entre las poblaciones de *Blissus*, 24 horas después de realizado el control, mientras que antes no las hubo. Se concluyó con la prueba de Duncan, que en todos los tratamientos, menos el de Clorahep*, las poblaciones de *Blissus* después de la aplicación fueron más bajas que en el testigo.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 11. Poblaciones de *Blissus* sp. en arroz antes y después de la aplicación de insecticidas y porcentaje de su control. Progreso, Panamá. 1983.

Producto y dosis kg ha ⁻¹ i.a.	Nº \bar{X} de adultos de <i>Blissus</i> sp. en 6 m de surco ^{1/}		% \bar{X} de control
	Antes del control	24 horas después	
Clorpirifos (Lorsban 4E), 1,0 kg	104 a	1 a	99,8
Nuvacron 60 % c.r., 1,0 kg	116 a	3 a	97,0
Phoxim (Volaton 2,5 % G), 1,0 kg	152 a	25 a	83,6
Pirimifos-etil (Primicid 5G), 1,0 kg	62 a	30 a	52,2
Heptacloro (Clorahep 25 % p.m.), 1,0 kg	131 a	69 ab	47,3
Testigo	131 a	106 b	20,3

^{1/} Las cifras con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

En este ensayo, no se midieron los rendimientos porque éstos pudieron estar más afectados por la heterogeneidad del cultivo del agricultor, antes que por los mismos tratamientos y además, porque el interés principal de este experimento fue el encontrar una opción efectiva para el combate de esta plaga.

De los productos probados, que se encontraron en el mercado panameño, Lorsban* y Nuvacron* a razón de 1,0 kg ha⁻¹ de i.a. fueron los que combatieron bien a *Blissus* sp. Por esta razón, se recomendó incluir en la alternativa tecnológica el uso de cualquiera de estos dos insecticidas.

Es importante anotar, que ninguno de los dos productos debe aplicarse dentro de un período de 10 días antes y 4 días después de una aplicación del herbicida propanil* debido a la interacción fitotóxica que ocurre.

Spodoptera frugiperda. Llamado también cogollero, es otra plaga que siempre se encuentra en el cultivo de arroz. Normalmente, las poblaciones se mantienen bajas debido al efecto combinado de enemigos naturales y factores ambientales, especialmente precipitación. Sin embargo, a veces las poblaciones suben a niveles muy elevados, ocasionando defoliación severa del cul-

* Ver nota de página 11.

tivo. Esto ocurre durante los periodos de precipitación reducida, que se presentan comúnmente a fines de junio y principios de agosto.

En julio de 1982, ocurrió un fuerte ataque de *S. frugiperda* en una siembra comercial con la variedad Cica 7, que fue controlado por el productor mediante una aplicación de Nuvacron* (monocrotofos), a los 30 días después de la siembra. Se distinguieron en el campo cuatro subáreas cuya severidad de ataque era diferente.

Con la finalidad de observar el efecto beneficioso de insecticidas, a los 31 DDS, se marcó en cada subárea un cuadro de 0,50 x 0,50 m. De la región vecina a estas parcelas se tomaron cinco plantas para determinar el área foliar mediante el uso de papel cuadriculado, y a los 17 y 47 días más tarde se volvió a determinar el área foliar.

A la cosecha, en los cuadros marcados, se contó el número de espigas, se midió el peso de grano producido en 10 espigas tomadas al azar y se determinó el peso de todo el grano producido. Los resultados obtenidos, se presentan en los Cuadros 12 y 13.

En el Cuadro 12, se puede observar que aún en los casos en que la defoliación inicial se acercó al 100 %, la recuperación del área foliar a los 47 días después del control, fue completa.

Por otra parte, se observa (Cuadro 13), que no hubo diferencia de rendimiento entre el arroz que estuvo casi totalmente y muy ligeramente defoliado. Aquí, es interesante anotar que el arroz con un nivel intermedio de daño (60,9 %), rindió significativamente más que el que casi no sufrió ataque, ésto se refleja mejor en el peso del grano producido por las 10 espigas; pues parece que la defoliación no afectó al número de espigas producidas por unidad de área.

Los resultados obtenidos en esta prueba, son indicativos de que el arroz posee una alta capacidad de recuperación, después de haber sufrido daño por *S. frugiperda* y que las aplicaciones de insecticidas en forma preventiva, cuando el nivel de defoliación es bajo, no son necesarias. Esta conclusión concuerda con las observaciones de otros investigadores.

Sin embargo, se han observado casos de pérdida total del cultivo, cuando se presenta una infestación severa que no ha sido controlada y el daño continúa hasta destruir los tallos de las plantas.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 12. Area foliar de arroz atacado por *Spodoptera frugiperda*, medida en tres épocas después de la aplicación del insecticida. Progreso, Panamá. 1982.

Nivel de daño	% \bar{X} de defoliación al inicio (30 DDS)	\bar{X} del área foliar de cinco plantas (cm ²) ^{1/}		
		al inicio (31 DDS)	a los 17 días (47 DDS)	a los 47 días (77 DDS)
1	97,9 %	1,59 a	82,50 a	1 408,60 a
2	92,7 %	5,45 a	58,10 a	1 412,40 a
3	60,9 %	29,20 b	104,05 a	1 334,80 a
4	12,7 %	65,25 c	204,80 b	1 890,00 a

^{1/} Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan (P = 0,05).

Cuadro 13. Promedios del número de espigas, del peso del grano de 19 espigas y del peso del grano cosechado de arroz, después del ataque de *Spodoptera frugiperda*. Progreso, Panamá. 1982.

Nivel de daño ^{2/}	Número de espigas m ⁻² ^{1/}	Peso grano de 10 espigas (g) ^{1/}	Peso grano cosechado m ⁻² ^{1/}
1	479,2 a	20,7 b	620,0 b
2	537,6 a	26,2 ab	777,6 ab
3	516,0 a	29,7 a	863,2 a
4	426,4 a	24,9 ab	624,8 b

^{1/} Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan (P = 0,05).

^{2/} Para el nivel de daño referirse al Cuadro 12.

Por lo tanto, la recomendación a ser incluida en la alternativa, es la de hacer aplicación de insecticidas para el combate de esta plaga, cuando se observa por lo menos el 60 % de defoliación.

El control que realizan actualmente los agricultores parece ser eficiente. No obstante, se recomienda en términos generales el uso de piretroides sintéticos en las dosis recomendadas por los fabricantes, cambiando de vez en cuando su uso, por un insecticida organofosforado para evitar el desarrollo de resistencia a los piretroides. Lo que parece que está sucediendo en América del Sur (Cheslavo Korykocski, comunicación personal).

Información suplementaria

Anteriormente, se mencionó el haber observado a través del área, una respuesta del cultivo a la aplicación de insecticidas al suelo; sin embargo, esa respuesta no era consistente en todos los sitios. También, se asumía que la magnitud de esa respuesta estaba relacionada con la textura del suelo.

Por estas razones, en 1983 se realizaron en diferentes fincas 12 ensayos sencillos, diseñados de tal manera que permitirían comprobar si existía o no una relación de este tipo, y para definir el componente de la textura (arena, limo o arcilla), que pudiera ser el determinante de esta relación.

Los resultados que se presentan a continuación, pueden servir de guía para determinar las condiciones del suelo, bajo las cuales se pueden justificar las aplicaciones de insecticidas a éste, en forma preventiva.

Los ensayos constaron de cuatro parcelas, dos que no recibieron ningún tratamiento y dos en las que se aplicó $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ i.a. de Primicid (Pirimifos-etil) 5 % granulado, ligeramente incorporado al suelo al momento de la siembra.

Aparte de la preparación del suelo, que fue la misma del agricultor, el manejo de estos experimentos fue standar para todos los sitios, e igual al que se utilizó en las parcelas de validación de la alternativa.

Para determinar las poblaciones de plagas presentes entre los 25 y 30 días después de la siembra, se tomaron muestras de suelos y plantas en cada parcela. Las principales plagas encontradas en todos los sitios fueron larvas de especies de *Conoderus* (Coleoptera: Elateridae), en su mayor parte *Conoderus pictus* y *Conoderus* sp., además *Sinaloae* sp. También hubo un poco de otras plagas, con densidades de población muy bajas.

Las ecuaciones de regresión que establecen la relación existente entre cada uno de los tres componentes de la textura del suelo (arena, limo y arcilla), con el incremento de rendimiento de arroz debido a la aplicación de insecticida, demostraron (Cuadro 14) que el componente arcilla fue el más determinante de esta relación.

La relación arcilla-incremento de rendimiento, es inversa (Fig. 7), porque a medida que aumenta el porcentaje de arcilla del suelo, hay cada vez una menor respuesta al insecticida. Al establecer los límites de confianza de la línea de regresión ($P = 0,05$) y calcular los costos de aplicación del insecticida, fue posible concluir que en suelos que tienen menos del 11 % de arcilla, el aumento de la producción paga los costos de aplicación. Para llegar a esta conclusión se usó un valor de \$ 14 qq^{-1} de arroz comercial limpio y seco ($1 \text{ qq} = 45 \text{ kg}$) y el costo del insecticida Lorsban* a razón de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ i.a.

* Ver nota de página 11.

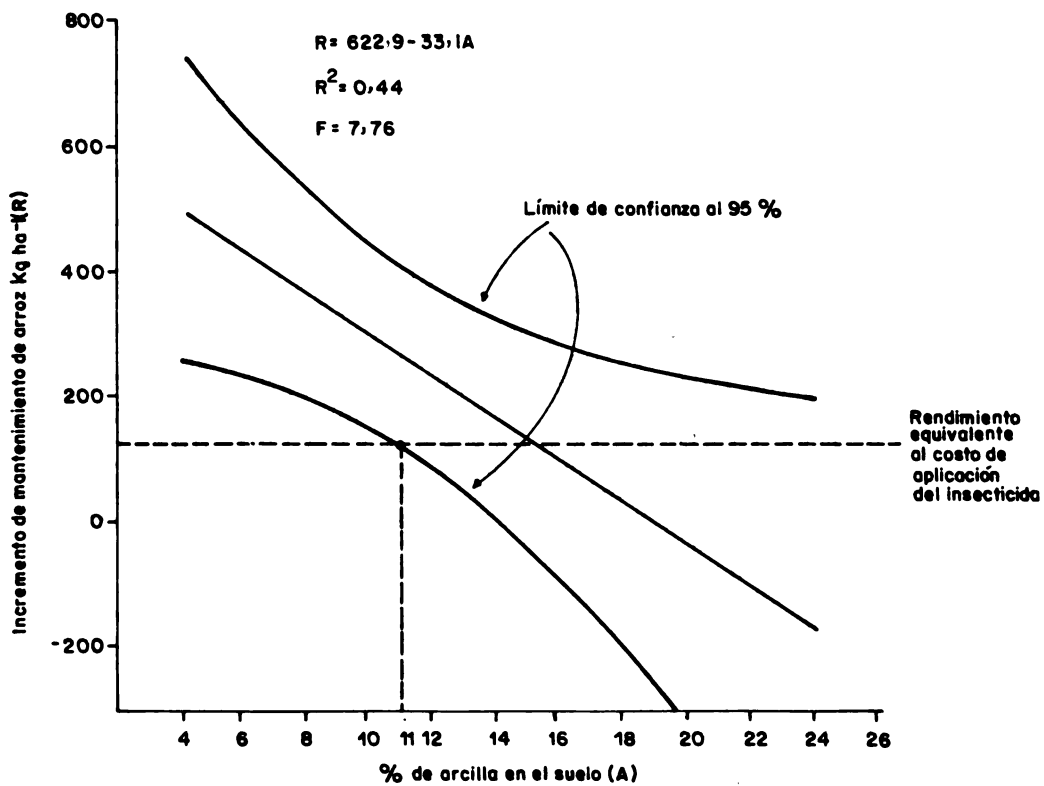


Figura 7. Relación del porcentaje de arcilla con el incremento de rendimiento del arroz, cuando se aplica insecticida al suelo. Progreso, Panamá. 1983.

Cuadro 14. Relación de los componentes de la textura del suelo con los incrementos de rendimiento de arroz, como resultado del uso de insecticida. Progreso, Panamá. 1983.

Componente de la textura del suelo	Ecuación de regresión kg ha ⁻¹ de arroz (R)	R ²	F ^{1/}
Arena (A)	R = 209,7 + 0,86 A	0,00	0,01
Limo (L)	R = -75,2 + 8,70 L	0,10	1,14
Arcilla (C)	R = 622,9 -33,07 C	0,44	7,76

(R) = Incremento de rendimiento

^{1/} Se rechaza la hipótesis Ho de que la pendiente de la línea de regresión es cero, porque la F del ANDEVA es significativa, (P = 0,05), en la arcilla.

Hay evidencias de que este insecticida es tan efectivo como el Primicid* y el Volatón, además, es el único disponible actualmente en el mercado, se puede usar a la siembra sin el riesgo de una interacción fitotóxica con el herbicida propanil* y tiene la ventaja de ser formulado como líquido; pues pocos agricultores tienen la maquinaria para aplicar productos granulados como el Primicid y el Volatón.

Es posible que entre años, haya diferencias en las poblaciones de insectos del suelo y también en las respuestas a su control. Por lo tanto, sería ideal que estos estudios se repitieran durante varios años, para determinar la probabilidad de respuesta económica en suelos con diferentes porcentajes de arcilla. Por ahora, estos resultados pueden servir de guía para formular recomendaciones provisionales y para identificar campos en los cuales, por su textura, hay un mayor riesgo de pérdida debido a las plagas del suelo.

Combate de malezas

La variabilidad de suelos, clima y manejo en el área, inducen variabilidad en las especies de malezas en el cultivo de arroz de secano. Las malezas en esta área constituyen el factor más limitante de la productividad de este cultivo. La especie más generalizada, de mayor agresividad y difícil combate es la *Rottboellia exaltata*, se caracteriza por tener una tasa de crecimiento muy rápida y un ciclo corto para madurar (2 meses), esto exige que su combate se haga, por lo menos, en dos épocas durante el ciclo

* Ver nota de página 11.

de cultivo del arroz; estas aplicaciones deben ser muy oportunas en el tiempo y acertadas en cuanto a la dosis combinada entre la primera y segunda aplicación.

Otra maleza de importancia es la *Echinochloa colona*, la cual es menos difundida pero cuando está presente es muy limitante, y su combate requiere una tecnología diferente a la anterior. También existen hacia el sur del área las cyperáceas, de rápida reproducción y difícil control.

Esta situación hizo que la obtención de una sola alternativa tecnológica, de combate de malezas del arroz de secano en Progreso, sea más difícil, porque se considera que con una sola alternativa no se puede hacer un control eficiente cuando las circunstancias son cambiantes. De allí que ha sido necesario desarrollar más de una opción para el control de este problema, opciones que deberán estar de acuerdo con la presencia de una o más especies de las indicadas anteriormente.

La importancia de este problema, se destacó en los trabajos de investigación con 10 experimentos, entre los cuales hubo una variación grande de tratamientos, primero porque existen muchos productos disponibles en el mercado y aún más, recomendaciones de cómo usarlos; lo cual hizo imposible probar uno o dos de ellos en un solo experimento, y segundo porque a medida que se observa su comportamiento, se modificaban los tratamientos en futuros ensayos, en razón de su fitotoxicidad o de su falta de eficiencia.

Debido a ésto, no es posible resumir todos los resultados obtenidos, en su lugar, se enfoca a continuación la discusión de las alternativas de combate que se probaron, usando como ejemplo algunos resultados, para justificar las decisiones que se tomaron al final.

Alternativas evaluadas. Los componentes principales que definieron las alternativas fueron: los tipos de herbicidas usados, las épocas de aplicación y las dosis probadas. En el Cuadro 15, se resumen las principales alternativas que se probaron, varias de ellas fueron eliminadas después del primer año de investigación.

Las alternativas (Nº 1, 2 y 3) con el uso de herbicidas aplicados en preemergencia (Cuadro 15), tuvieron una capacidad muy variable en el combate de las malezas. En uno de los tres sitios en donde se probó el Prowl* hubo un buen control, pero por lo general, tanto este producto como el Bolero* y el Mache-te* no actuaron eficientemente al aplicarlos en esta época.

Una aplicación de propanil*, en post-emergencia temprana (Nº 4 y 5), con o sin herbicida hormonal, nunca produjo buenos rendimientos. Aunque el control inicial de malezas fue satis-

* Ver nota de página 11.

factorio, la competencia producida por *Rottboellia exaltata*, que germinó posteriormente, fue severa. Un factor adicional que influyó en algunos sitios, fue la presencia de *Echinochloa colona*, que no la controla eficientemente el propanil.

El resto de opciones fueron más promisorias y se estudiaron combinando productos, dosis y épocas de aplicación, hasta llegar a definir aquellas que fueron las mejores por su eficiencia y costo. En este grupo estaba incluida la práctica del agricultor.

Cuadro 15. Alternativas principales usadas para el combate de malezas en arroz de secano. Progreso, Panamá. 1981-1982.

Estrategia Nº	Epoca de aplicación		
	Pre-emergencia	Post-emergencia	
		Temprana <u>1/</u>	Tardía <u>2/</u>
1	Pre-emergente <u>3/</u>	-	-
2	Pre-emergente	-	Propanil
3	Pre-emergente	-	Propanil+hormonal ^{4/}
4	-	Propanil	
5	-	Propanil+hormonal	-
6	-	Propanil	Propanil
7	-	Propanil+hormonal	Propanil
8	-	Propanil	Propanil+hormonal
9	-	Propanil+hormonal	Propanil+hormonal
10	-	Propanil+pre-emergente	Propanil
11	-	Propanil+pre-emergente.	Propanil+hormonal

1/ Normalmente entre 8 y 12 DDS

2/ Normalmente entre 20 y 30 DDS

3/ Productos pre-emergentes probados: Prowl (Pendimethalin), Bolero (Bentio-carb) y Machete (Butaclor).

4/ Productos hormonales probados: 2-4-D y 2-4-5T.

Algunos resultados experimentales. Los resultados de dos experimentos realizados en 1981 (Cuadros 16 y 17), en los cuales se probaron algunas alternativas de combate de malezas en arroz de secano, resultantes de varias combinaciones de productos por dosis y épocas, demuestran en parte las consideraciones anteriores.

Cuadro 16. Rendimientos de arroz con las alternativas evaluadas para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1981.

Alternativa (kg ha ⁻¹ i.a. de producto)*		Aplicación DDS <u>1/</u>	Rendimiento kg ha ⁻¹ <u>2/</u>
1	DPA <u>3/</u> , 2 kg DPA + 2-4-5-T; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	5 828 a
2	DPA + Prowl; 2 + 1 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	5 611 a
3	Limpieza manual	-	5 182 a
4	Prowl, 3,3 kg	Pre-emergente	4 956 a
5	DPA + 2-4-5-T; 2 + 0,5 kg DPA + 2-4-5-T; 3 + 0,5 kg	8-12 25-30	4 685 b
6	DPA + Bolero, 2 + 2 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	4 161 b
7	DPA, 1,75 kg DPA + 2-4-D; 3 + 0,5 kg	8-12 25-30	3 923 b
8	DPA + machete, 2 + 2 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	3 842 b
9	Machete, 5,4 kg	Pre-emergente	3 813 b
10	Bolero, 5,4 kg	Pre-emergente	2 861 b

1/ DDS = Días después de la siembra.

2/ Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

3/ DPA = Propanil

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

En estos y otros experimentos, además de medir el rendimiento, también se evaluaron algunas variables relacionadas con cada tratamiento como: grado de competencia de las malezas; altura, vigor y número de plantas de arroz por m²; toxicidad de los productos (especialmente del 2-4-5-T aplicado en post-emergencia temprana); porcentaje de malezas de hoja angosta y hoja ancha después de cada control, con el fin de tener un conocimiento más adecuado del comportamiento de los productos usados y sus dosis.

Con esta información, en 1982, segundo año de investigación, se estudiaron solamente aquellos tratamientos que habían demostrado algún potencial, pero las dosis de los productos fueron modificadas para las dos épocas de aplicación.

Cuadro 17. Rendimiento de arroz con las alternativas evaluadas para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1981.

Alternativa (kg ha ⁻¹ i.a. de producto)*	Aplicación DDS <u>1/</u>	Rendimiento <u>2/</u> kg ha ⁻¹
1 DPA <u>3/</u> + machete, 2 + 3 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	5 881 a
2 DPA + 2 kg DPA + 2-4-5-T; 2,5 + 0,5 kg	12-15 30-35	5 272 a
3 DPA + Prowl, 2 + 1 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	5 236 a
4 DPA + Bolero, 2 + 3 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	5 072 a
5 DPA + 2-4-5-T; 2 + 0,5 kg DPA + 2-4-D; 2,5 + 0,5 kg	8-12 25-30	4 882 a <u>4/</u>
6 DPA, 1,75 kg DPA + 2-4-D; 3 + 0,5 kg	8-12 25-30	4 205 b
7 DPA + 2-4-D; 3,4 + 0,5 kg	15-20	4 108 b
8 DPA + Prowl, 3,4 + 0,5 kg	15-20	4 097 b
9 Limpieza manual	-	3 462 b

1/ DDS = Días después de la siembra

2/ Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

3/ DPA = Propanil

4/ Tratamiento del agricultor

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

A manera de ejemplo, en el Cuadro 18, se muestran los resultados de un experimento realizado ese año. Lo notable allí, es que la mayoría de los tratamientos no muestran diferencias significativas en el rendimiento. Pero hay una tendencia de los tratamientos con aplicación temprana de 2-4-5-T, a rendir menos que los demás. Estos resultados pueden llevar a la conclusión de que cualquiera de los siete primeros tratamientos puede funcionar eficientemente en el combate de malezas del arroz de secano en Progreso, y que la recomendación de uno de ellos podría basarse únicamente en su costo de aplicación. Sin embargo, observaciones hechas en otros experimentos y en aplicaciones comerciales, influyeron posteriormente en la selección de dos de estos tratamientos como los más adecuados.

Cuadro 18. Rendimientos de arroz con las alternativas promisorias para el combate de malezas. Progreso, Panamá. 1982.

Tratamiento en kg ha ⁻¹ i.a.*		Rendimiento ^{1/}
1a. aplicación (12 DDS)	2a. aplicación (25-30 DDS)	kg ha ⁻¹
1 DPA + bolero, 2,7 + 2,7 kg	A ^{2/}	4 841 a
2 DPA, 2,7 kg	DPA 3,4 kg	4 689 a
3 DPA + 2-4-5-T, 2,7 + 0,5 kg	A	4 298 ab
4 DPA, 2,7 kg	A	4 200 ab
5 DPA + Prowl, 2,7 + 1,0 kg	A	4 168 ab
6 DPA + machete, 2,7 + 2,7 kg	A	4 151 ab
7 DPA + 2-4-5-T, 3,4 + 0,7 kg	A	3 953 b
8 DPA + 2-4-5-T, 2,0 + 0,7 kg	DPA 3,0 kg	3 937 b ^{3/}
9 Limpieza manual	-	2 258 c

^{1/} Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

^{2/} A = Tienen una segunda aplicación de DPA + 2-4-5-T de 3,4 + 0,5 kg.

^{3/} Tratamiento del agricultor.

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

También en 1982, debido a la importancia que tiene este aspecto, fue necesario estudiar la combinación de las dosis de propanil en la primera y segunda época de aplicación. En el Cuadro 19, se presentan los resultados de uno de los experimentos realizados con este fin. El lugar en donde se hizo el ensayo, fue un campo con una fuerte infestación de *Rottboellia exaltata*, de tal manera que ofreció una buena oportunidad para investigar la eficiencia de las diferentes combinaciones de dosis de propanil.

Se puede observar (Cuadro 19), que hay pocas diferencias en el rendimiento entre las combinaciones de dosis, solamente la combinación 8, cuyas dosis son las más bajas, es claramente inferior a las demás. Desde el punto de vista económico, los tratamientos 2 y 6 tienen igual costo e inferior al de los demás, de éstos el primero rinde 547 kg más de arroz que el segundo, lo cual justifica la selección de la combinación de 2,7 + 3,4 kg ha⁻¹ i.a. de propanil en la primera y segunda aplicación respectivamente, para incluirla en la alternativa de combate de malezas del arroz en Progreso.

Cuadro 19. Rendimientos de arroz obtenidos con diferentes combinaciones de dosis de propanil en las dos épocas de aplicación. Progreso, Panamá. 1982.

Combinación	Dosis de propanil (kg ha ⁻¹ i.a)		Rendimiento 3/	Costo del producto \$
	1a.aplicación (8-12 DDS) 1/	2a.aplicación (25-30 DDS) 2/		
1	3,4	4,1	5 860 a	82,68
2	2,7	3,4	5 675 ab	67,25
3	4,1	4,1	5 669 ab	90,40
4	4,1	2,7	5 648 ab	74,97
5	4,1	3,4	5 370 abc	82,68
6	3,4	2,7	5 126 abc	67,25
7	2,7	4,1	4 802 bc	70,97
8	2,7	2,7	4 410 c	59,54

1/ DDS = Días después de la siembra.

2/ La segunda aplicación también incluyó 0,5 kg ha⁻¹ i.a. de 2-4-5-T.

3/ Los promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales (P = 0,05).

Alternativa desarrollada

El propanil* aplicado en las dosis y épocas indicadas, controló eficientemente la maleza *Rottboellia exaltata*, que es la más problemática; no se reportó en igual forma con *Echinochloa colona*. De los productos probados, el bolero* aplicado en post-emergencia temprana, fue el que mejor controló esa maleza.

Se consideró que la adición de 2-4-5-T en la segunda aplicación, era necesaria en la mayoría de los sitios para combatir malezas de hoja ancha, pero posteriormente este producto fue sacado del mercado y sustituido por el 2-4-D.

Entonces, para los campos en donde hay infestación, tanto de *R. exaltata* como *E. colona*, la alternativa propone el uso de propanil + bolero (2,7 + 2,5 kg ha⁻¹ i.a.) aplicados en pre-emergencia temprana a los 8-12 DDS y luego, la aplicación de propanil + 2-4-D (3,4 + 0,5 kg ha⁻¹ i.a.) en post-emergencia tardía a los 25-30 DDS.

Las fechas exactas de aplicación se determinaron en base

* Ver nota de página 11.

al estado de crecimiento de las malezas, las cuales pueden variar de acuerdo con las condiciones de humedad y fertilidad del suelo y a otros factores. En términos generales las aplicaciones deben hacerse cuando las malezas tienen de dos a tres hojas, porque después de este estado disminuye considerablemente la eficacia del control. Este estado de crecimiento ocurre entre las fechas ya indicadas.

Una opción a esta alternativa, es la de evitar el uso de bolero en lugares donde no hay *Echinochloa*, para así bajar el costo del control.

Fertilización

Consideraciones previas a la investigación. El uso del suelo para fines productivos, genera resultados socioeconómicos que a su vez dependen de la naturaleza y calidad del trabajo ejercido, de la tecnología aplicada y de las disponibilidades de financiamiento para su mejor utilización. En la medida en que cada uno y el conjunto de estos factores sean óptimos, el rendimiento económico será mayor.

Sin embargo, en la agricultura de secano, el aumento de los recursos empleados no asegura el mejoramiento de este tipo de agricultura; la razón principal para ello es que bajo condiciones de precipitación natural, los niveles de producción se pronostican con mucha imprecisión debido a la variabilidad climática. Esto significa que los agricultores se muestran renuentes a emplear insumos, como los fertilizantes, que requieren de capital adicional, por la incertidumbre respecto a cómo vendrá el ingreso por concepto de esa inversión. Los agricultores reconocen que los fertilizantes aumentan los rendimientos, al mismo tiempo se dan cuenta que ese aumento depende de la cantidad y la distribución de las lluvias, lo cual no pueden pronosticar.

Afortunadamente la inseguridad en lo que respecta al valor de una recomendación de fertilizantes puede limitarse grandemente a través de la información generada en programas de investigación bien planeados y ejecutados en las fincas de los agricultores.

De esta manera, la incertidumbre puede ser reemplazada por riesgos bien definidos dentro del concepto económico, (ver riesgo en validación), los cuales el agricultor rechaza o acepta dependiendo de su disponibilidad de capital y de su actitud frente al riesgo.

La tarea de investigar, con el propósito de generar recomendaciones de fertilización confiables, que aumenten los rendimientos e ingresos bajo condiciones de secano, es compleja, porque bajo esas condiciones, donde la distribución de las lluvias varía sensiblemente de un año a otro, el efecto de un insumo como los fertilizantes en la producción de cultivos puede variar desde cero en un año muy seco hasta cuadruplicar el rendimiento que se obtiene sin fertilizante, bajo las mejores condiciones

de distribución de lluvias para un sitio en particular.

Lo que se sugiere es que el investigador necesita reconocer los diferentes tipos de suelos y estudiar las condiciones climáticas, para así generar recomendaciones de fertilización de acuerdo con las diferentes condiciones físicas del área, porque en la agricultura de secano el rendimiento de los sistemas de producción se ve afectado por la interacción existente entre las lluvias y la morfología de los suelos.

Descripción resumida de los suelos y del clima del área. En el área de recomendación de Progreso y Armuelles existen dos tipos predominantes de suelos (Mathews, *et. al.*, 1960).

- a) Los de origen aluvial reciente, clasificados como Dystropepts, ocupan una superficie aproximada de 28 000 hectáreas, son de textura franco limosa o franco arcillosa; estructura granular y de un color pardo oscuro. Químicamente, tienen un pH ligeramente ácido; un contenido medio de materia orgánica que les hace deficientes en nitrógeno; no presentan problemas de fósforo, potasio, magnesio, hierro y aluminio, el contenido de zinc y manganeso es ligeramente bajo. Las relaciones Ca/Mg y Mg/K, están dentro de lo normal.
- b) Los de origen de sedimentos estratificados de aluviones, clasificados como Tropofluvents, en una superficie de 2 000 hectáreas, son de textura franco arenosa; bajos en materia orgánica; no tienen problemas con potasio, calcio, hierro; son ligeramente deficientes en fósforo y deficientes en magnesio, zinc y manganeso. La relación Ca/Mg es adecuada, pero la de Mg/K es anormal por la deficiencia de magnesio. No tienen problemas de aluminio.

Agrológicamente, los suelos Dystropepts corresponden en general a la clase II, los franco arcillosos tienen ligeros problemas de drenaje. Los suelos Tropofluvents, están ubicados en la clase IV y están limitados por el peligro de erosión.

Cabe indicar que estos suelos, antes de ser utilizados en la producción actual de granos básicos, principalmente arroz, estuvieron por varios años produciendo banano, cultivo en el cual las repetidas aplicaciones de materiales cúpricos para controlar la Sigatoka, hicieron que se acumulara este elemento en el suelo, en tal virtud, existen pequeñas áreas localizadas al azar en donde hay toxicidad de cobre, que limita seriamente el desarrollo de la mayoría de los cultivos.

En cuanto a las características del clima, la temperatura del área varía de 26,2°C al norte hasta 26,8°C al sur. Tiene una fuerte variación de la precipitación anual. En el extremo norte llueve 3 500 mm, en el centro 2 500 mm y en el sur 2 200 mm. Los balances hídricos, que indican la disponibilidad de

agua para los cultivos, demostraron que en la subárea norte existe un exceso de agua de abril a diciembre, cuya residualidad no permite que haya realmente déficit durante el verano. En la subárea centro, hay agua disponible de mayo a diciembre, pero la humedad residual es menor y por eso se presenta un déficit en febrero y marzo, y en la subárea sur hay un fuerte déficit de enero a mediados de abril, en junio se manifiesta una canícula que en algunos años puede ser crítica. Más información se encuentra en Guzmán y Bejarano, 1984.

Algunos resultados experimentales

Dada la importancia del factor fertilización en la productividad del arroz en Progreso, durante los años 1981-1982, se realizaron 14 experimentos de campo. Doce de ellos para determinar las dosis adecuadas de nitrógeno y fósforo y dos para definir las épocas de aplicación del nitrógeno.

La identificación previa de los tipos de suelos y el conocimiento de la variabilidad climática, sirvieron de base para la selección de los sitios en donde se sembraron los experimentos, toda vez que el rendimiento podía estar en interacción con estos componentes del ambiente.

Antes de sembrar los experimentos de campo, usando los suelos de cada sitio seleccionado, se hicieron ensayos de invernadero, con el objeto de confirmar biológicamente en condiciones controladas, las deficiencias detectadas en los análisis químicos de los suelos, también para observar las deficiencias o suficiencias de los microelementos y además para establecer con mayor propiedad los tratamientos de fertilización a estudiar. Para estos ensayos se utilizó la técnica del elemento faltante (Díaz-Romeu y Hunter, 1978).

En los experimentos de campo, se estudiaron cinco niveles de nitrógeno, que fue el elemento crítico en todos los suelos y tres de fósforo, nutrimento deficiente solamente en los suelos franco arenosos, arreglados en forma factorial, para así obtener la curva de respuesta del cultivo a las dosis crecientes de estos nutrimentos (González, 1984).

Además de los datos de rendimiento de grano, también se tomaron datos sobre otras variables que contribuyeron a una mejor interpretación de los resultados, como: población inicial de plantas, vigor, época de floración, altura de plantas, número de tallos y espiga por metro lineal, número y peso de granos en 10 espigas y precipitación durante el ciclo de cultivo en cada sitio experimental.

En la Figura 8, se observa el histograma de los rendimientos relativos de materia seca de uno de los experimentos de invernadero, en donde se destaca la deficiencia de nitrógeno. Hubo también deficiencia de azufre, en este y otros suelos, la misma que se tomó en cuenta al establecer la alternativa de fertilización con la recomendación de 100 kg ha^{-1} de sulfato de

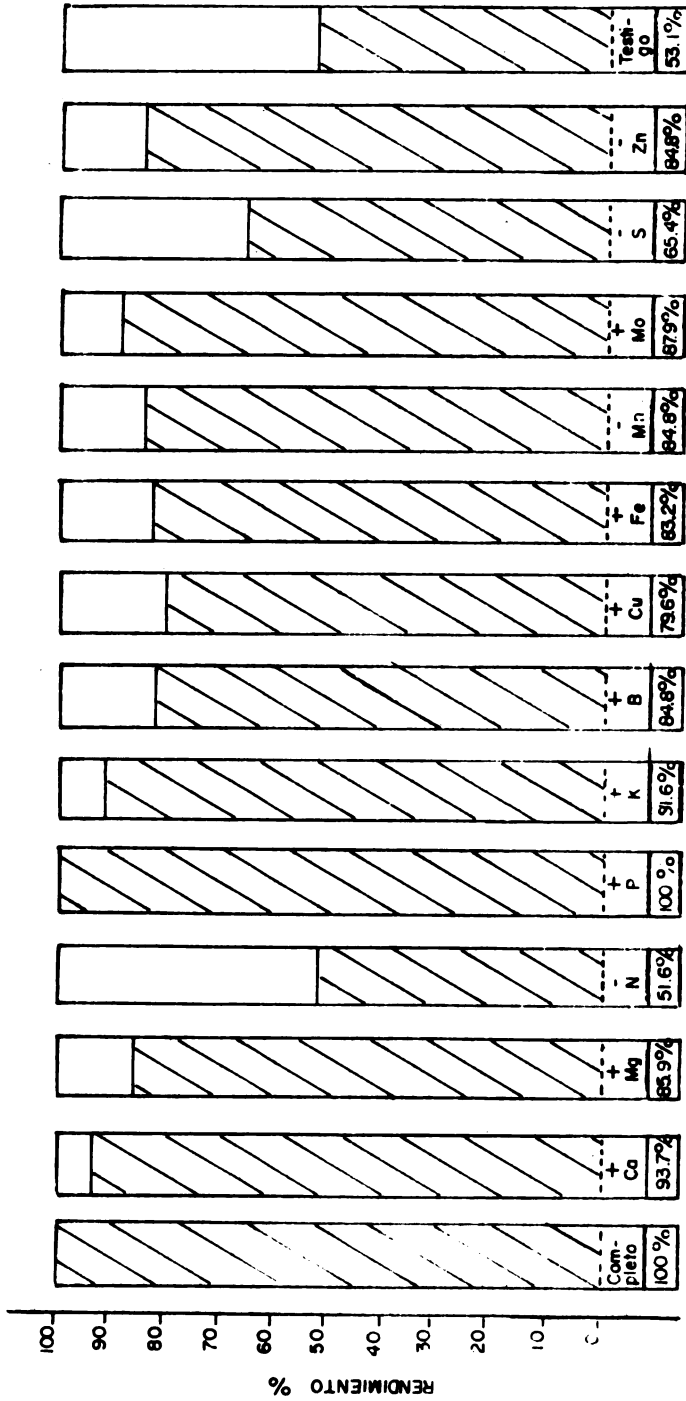


Figura 8. Histograma de rendimientos relativos (materia seca), obtenidos en un experimento de invernadero con suelo franco limoso, Progreso, Panamá, 1982.

amonio aplicados a la siembra.

En la Figura 9, se presentan las curvas de regresión de respuesta del cultivo al nitrógeno, en presencia de las tres dosis de fósforo estudiadas, en el suelo franco arenoso. La respuesta del cultivo al fósforo es bastante pequeña, con 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

En cambio, en la Figura 10, no se observa respuesta al fósforo, pero el nitrógeno aumenta el rendimiento de arroz en 1 800 kg ha⁻¹ con la dosis de 160 kg ha⁻¹, en ausencia del fósforo.

El ejemplo de los datos de precipitación y su relación con el crecimiento (altura de planta) y con la ubicación cronológica de las principales fases de desarrollo del cultivo, que se presenta en la Figura 11, corresponde al experimento cuya curva de respuesta se da en la Figura 9. La precipitación está graficada en períodos de cinco días, lapsos en los cuales cuando hay sequía, se asume que las plantas de arroz a temprana edad comienzan a sufrir por falta de agua, lo cual puede afectar el rendimiento.

Obsérvese en la Figura 11, que durante el ciclo del cultivo, hubo varios períodos de cinco días con muy baja o ninguna precipitación, debido a esta irregularidad en las lluvias los rendimientos no llegaron a los niveles esperados.

El análisis económico de los resultados obtenidos en los experimentos realizados en los dos tipos de suelo predominantes en el área, demostraron que las mejores dosis para el suelo franco limoso (Cuadro 20), fueron 160-0 y 80-0 kg ha⁻¹ de nitrógeno y fósforo respectivamente. Mientras, que para el suelo franco arenoso (Cuadro 21), las dosis más recomendables de los mismos elementos fueron 160-30 y 120-60 kg ha⁻¹ en su orden.

Esto demuestra, la marcada necesidad de nitrógeno para la producción de arroz en estos suelos, cuya dosis en términos generales puede ser de 100 a 120 kg ha⁻¹ y el requerimiento de 30 a 60 kg ha⁻¹ de fósforo, solamente en los suelos franco-arenosos.

Experimentos de comparación de alternativas. En los experimentos de manejo del cultivo, se estudió el efecto individual y el conjunto de los niveles biológica y económicamente superiores de cada uno de los factores limitantes (combate de malezas, combate de insectos, fertilización y variedad) que fueron definidos en los experimentos de componentes. Este tipo de experimentos permite la comparación de sistemas de manejo promisorios con la práctica del agricultor.

En 1981, fueron sembrados seis experimentos, ubicándolos estratégicamente en el área de acuerdo con las variaciones del suelo, tipo de malezas, insectos y precipitación.

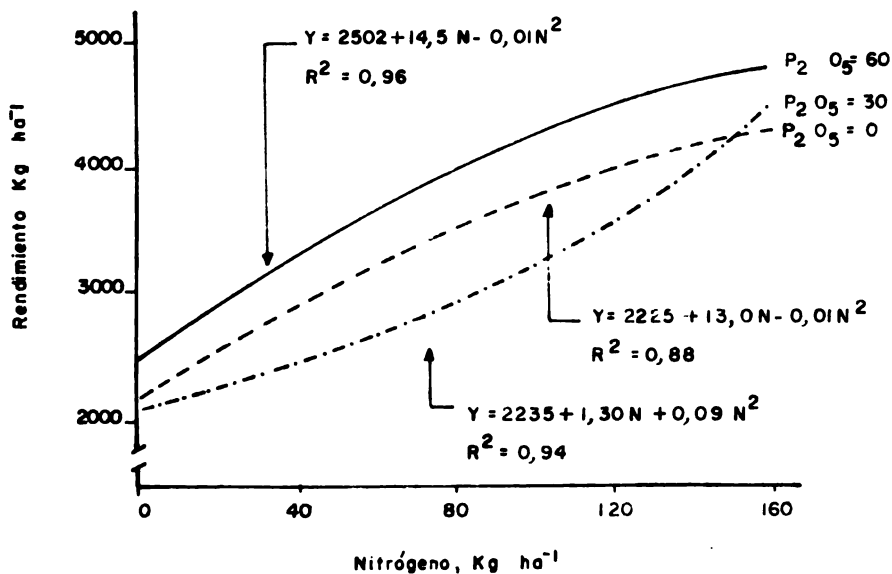


Figura 9. Relación del rendimiento de arroz con las dosis de N y P₂O₅, con los suelos franco arenosos, Progreso Panamá, 1982.

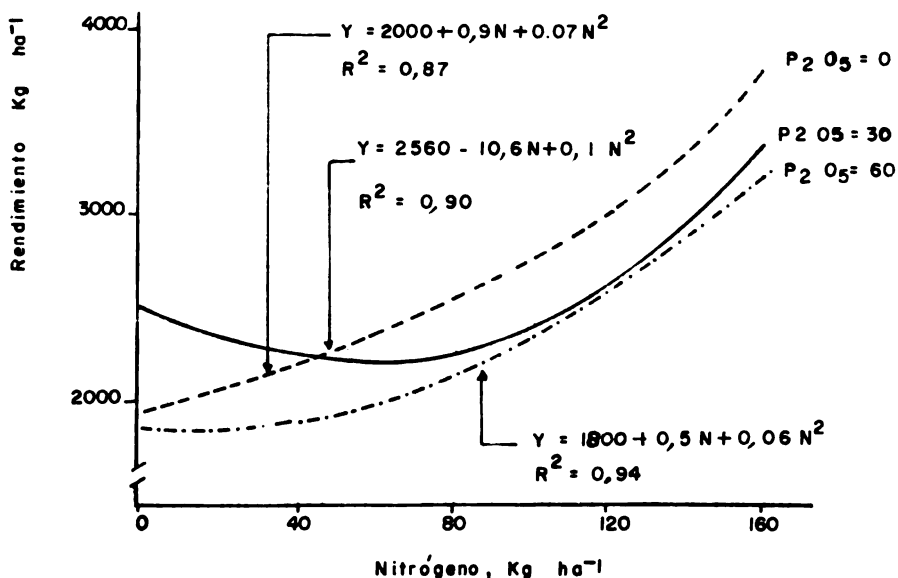


Figura 10. Relación del rendimiento de arroz con las dosis de N y P₂O₅, con los suelos franco-limo-arcillosos, Progreso, Panamá, 1982.

Cuadro 20. Tasa marginal de retorno, obtenida con los mejores tratamientos de fertilización. Suelo franco limoso. Progreso, Panamá. 1982.

Tratamientos (kg ha ⁻¹) M P ₂ O ₅	Costo Variable (\$ ha ⁻¹)	Beneficio Neto (\$ ha ⁻¹)	Tasa de Retorno Marginal (\$)
160	134,0	784,0	238,0
160	119,0	780,0	264,0
80	67,0	740,0	410,0
0	0,0	465,0	-

Cuadro 21. Tasa marginal de retorno, obtenida con los mejores tratamientos de fertilización. Suelo franco arenoso. Progreso, Panamá. 1982.

Tratamientos (kg ha ⁻¹) M P ₂ O ₅	Costo variable (\$ ha ⁻¹)	Beneficio Neto (\$ ha ⁻¹)	Tasa de Retorno Marginal (\$)
160	134,0	836,0	230,0
120	123,0	798,0	220,0
160	119,0	780,0	212,0
120	93,0	751,0	240,0
80	82,0	707,0	219,0
0	0,0	527,0	-

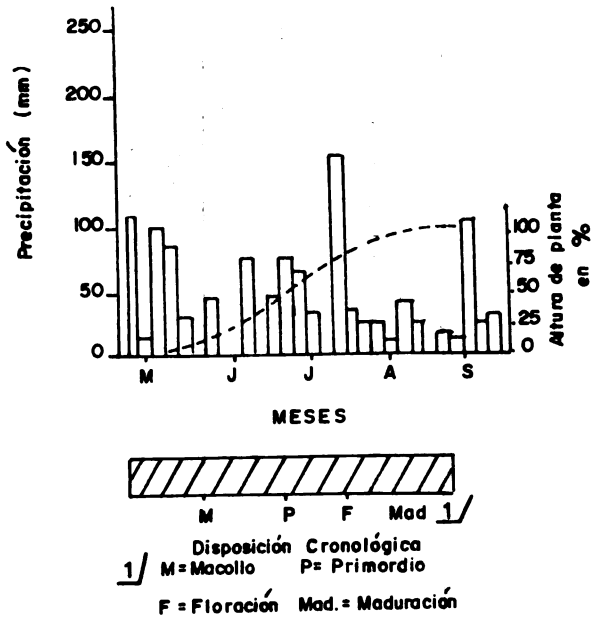
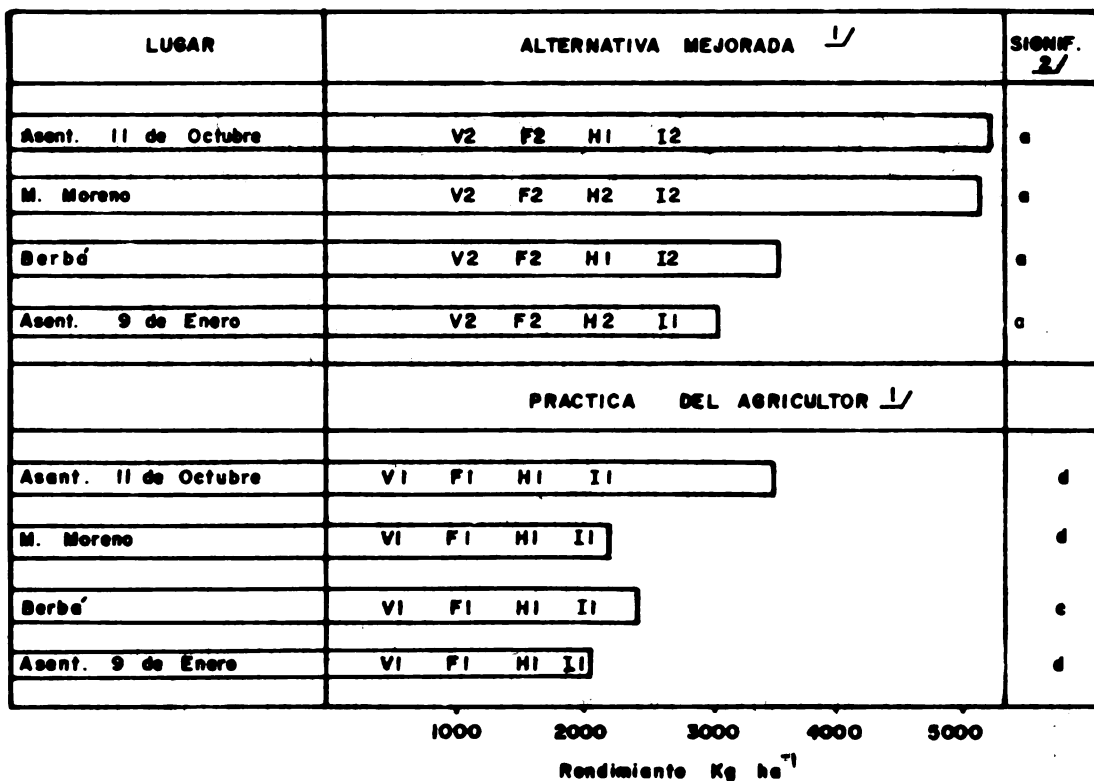


Figura 11. Representación cronológica de un experimento de campo, con la precipitación. Progreso, Panamá. 1982.

El diseño de tratamientos, en este caso (2^4), consistió en agregar niveles mejorados a la práctica del agricultor (factor adicionante) y en eliminar niveles mejorados de un factor del sistema de manejo promisorio (factor faltante). En este diseño, los niveles de los factores tanto de la práctica del agricultor como de la alternativa fueron los mismos para todos los experimentos, por lo tanto, si había variaciones en el área, estos niveles podían estar sujetos mas tarde a modificaciones y ajustes acordes con esa variación.

Si V1, F1, M1, I1 son los niveles de la práctica del agricultor para los factores variedad, fertilización, malezas e insectos respectivamente V2, F2, M2, I2 son los niveles del manejo mejorado o alternativa. Los resultados obtenidos en cuatro experimentos (Fig. 12), indican que la alternativa fue significativamente superior a la práctica del agricultor en los cuatro sitios. Se puede observar claramente que la variedad y las dosis de fertilización modificadas se comportaron mejor en todos los casos. En cambio, el combate de malezas hecho por el agricultor, en dos de los lugares, fue tan eficiente como el mejorado. Esto se debe a las variaciones locales en cuanto al tipo de malezas. Igual situación se presentó con relación al combate de insectos del suelo, pues en los tres primeros experimentos en que hubo ataque de insectos, la alternativa fue mejor; sin embargo, cuando no hubo presencia de insectos, el combate no fue ne-



1/ Niveles de componentes:

Variedad

V1 = Cica 7 V2 = Línea 13 (Ir-25)

Fertilización

F1 = 150 kg ha⁻¹ de 12-24-12 a la siembra y 50 kg ha⁻¹ urea a los 30 y 60 DDS
 F2 = 150 kg ha⁻¹ de 12-24-12 a la siembra y 100 kg ha⁻¹ urea a los 30 y 60 DDS

Combate de malezas

M1 = Propanil+2-4-5-T; 2,0,5 kg ha⁻¹ i.a. a los 13-17 DDS
 Propanil+2-4-D; 2,5+0,5 kg ha⁻¹ i.a. a los 30-35 DDS
 M2 = Propanil+2-4-5-T; 2,7+0,5 kg ha⁻¹ i.a. a los 8-12 DDS
 Propanil+2-4-5-T; 3,4+0,5 kg ha⁻¹ i.a. a los 25-30 DDS

Combate de insectos

I1 = Endrin al follaje 1 l ha⁻¹ p.c.
 I2 = Volatón al suelo 1 kg ha⁻¹ i.a. a la siembra
 Belmark al follaje 0,5 l ha⁻¹ p.c.

2/ Las alternativas con la misma letra no son estadísticamente diferentes, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

Figure 12. Comparación de los rendimientos de arroz obtenidos con la alternativa mejorada y con la del agricultor, Progreso, 1961-1962.

cesario y la práctica del agricultor fue la más adecuada.

De estos resultados, se deduce la importancia que tiene la repetición de este tipo de experimentos en varios lugares del área, para observar así las variaciones debidas a sitios. Se concluye también, que es posible mejorar la productividad del arroz, con el uso de niveles adecuados de los factores limitantes.

En 1982, fueron realizados cinco experimentos de comparación de alternativas. En estos experimentos se incluyeron tres tratamientos testigo: a) la práctica del agricultor, b) la mejor alternativa obtenida en los experimentos de 1981 y c) la alternativa que a juicio de los investigadores debía ser la mejor en 1982. Además, doce tratamientos resultantes de un factorial $2 \times 3 \times 2$, formado por los tres mejores niveles de combate de malezas, los dos mejores de fertilización y los dos mejores de combate de insectos (Cuadro 22) obtenidos en los experimentos de componentes efectuados en 1981.

De esta manera se trató de cubrir las variaciones debidas a sitios para cada factor y además, observar las interacciones de factores por sitios. El factor variedad no se incluyó en el factorial, porque la variedad utilizada en las pruebas de 1981 había demostrado ser superior a la del agricultor.

A manera de ejemplo, se presentan los resultados de dos de esos experimentos (Cuadro 23), en los que se observa que la práctica del agricultor (V1, M1, F1, I1) ocupó el último lugar en ambos sitios; que la alternativa de 1981 (V2, M2, F2, I2) se ubicó en el séptimo y noveno lugar respectivamente y que la alternativa de 1982 (V2, M3, F2, I2), se comportó en forma destacada al ubicarse en primero y segundo lugar en los ensayos.

Como los otros 12 tratamientos se formaron por la combinación de los mejores niveles de los factores individuales, prácticamente todos presentaron rendimientos muy satisfactorios, no diferenciándose entre ellos estadísticamente, lo que hace pensar que cualquiera de ellos podría funcionar adecuadamente como alternativa mejorada, si se toma en cuenta solamente el rendimiento; sin embargo -al considerar los ingresos, costos y beneficios y también las variaciones de carácter biótico del área (malezas) y las de naturaleza física (suelos especialmente)- se dedujo que la alternativa final podía tener dos opciones técnicas para cada uno de los componentes: malezas, fertilización e insectos, derivadas de las dos alternativas (V2, M3, F2, I2 y V2, M5, F3, I2) que se ubicaron en primero y segundo lugar indistintamente en cada uno de los experimentos.

El análisis económico de las cinco mejores alternativas y de la práctica del agricultor (Cuadro 24), demuestra el comportamiento beneficioso de las primeras.

Finalmente, en el Cuadro 24, se incluye también el análisis de las alternativas que se desarrollaron, para lo cual el rendimiento experimental (\bar{X} de cuatro experimentos) fue ajustado en un 20 por ciento.

Cuadro 22. Niveles de componentes utilizados en los experimentos de comparación de alternativas. Progreso, Panamá. 1982.

Código	Producto*	Dosis kg ha ⁻¹ i.a. ^{1/}	Epoca de aplicación ^{2/}
<u>Semilla</u>			
V1	Cica 8	136 kg	Siembra
V2	Línea 13 (IR-25)	136 kg	Siembra
<u>Herbicidas</u>			
M1	Propanil + 2-4-5T	2,0 + 0,5	13-17 DDS
	Propanil + 2-4-5T	2,5 + 0,5	30-35 DDS
M2	Propanil + 2-4-5T	2,7 + 0,5	8-12 DDS
	Propanil + 2-4-5T	3,4 + 0,5	25-30 DDS
M3	Propanil	2,7	8-12 DDS
	Propanil + 2-4-5T	3,4 + 0,5	25-30 DDS
M4	Propanil + Prowl	2,7 + 1,0	8-12 DDS
	Propanil + 2-4-5T	3,4 + 0,5	25-30 DDS
M5	Propanil + bolero ^{3/}	2,7 + 2,5	8-12 DDS
	Propanil + 2-4-5T	3,4 + 0,5	25-30 DDS
M6	Propanil + machete ^{4/}	2,7 + 2,5	8-12 DDS
	Propanil + 2-4-5T	3,4 + 0,5	25-30 DDS
<u>Fertilizantes</u>			
F1	12-24-12	150 kg	Siembra
	Urea	75 kg	30 DDS
	Urea	75 kg	30 DDS
F2	15-30-8	100 kg	Siembra
	Urea	100 kg	30 DDS
	Urea	100 kg	30 DDS
F3	Sulfato de amonio	100 kg	Siembra
	Urea	100 kg	30 DDS
	Urea	100 kg	30 DDS
<u>Insecticidas</u>			
I1	Belmark	0,5	al follaje
I2	Volatón	1,0	a la siembra al suelo
I3	Belmark	0,5	al follaje

^{1/} i.a. = Ingrediente activo, se aplica solamente a los herbicidas e insecticidas

^{2/} DDS = Días después de la siembra

^{3/} Bolero = Benthocarb

^{4/} Machete = Butachlor

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

Cuadro 23. Rendimientos de arroz obtenidos con las alternativas mejoradas y con la práctica del agricultor. Progreso, Panamá. 1982.

Experimento 1		Experimento 2	
Alternativa	Rendimiento kg ha ⁻¹ <u>1/</u>	Alternativa	Rendimiento kg ha ⁻¹ <u>1/</u>
V2 M3 F2 I2 <u>2/</u>	4 777 a	V2 M5 F3 I2 <u>2/</u>	4 983 a
V2 M5 F3 I2 <u>2/</u>	4 740 ab	V2 M3 F2 I2 <u>2/</u>	4 893 a
V2 M5 F2 I2	4 697 ab	V2 M4 F2 I2	4 821 a
V2 M4 F3 I1	4 628 ab	V2 M6 F2 I2	4 706 ab
V2 M5 F2 I1	4 561 ab	V2 M4 F3 I1	4 702 ab
V2 M4 F2 I2	4 557 ab	V2 M5 F2 I2	4 666 ab
V2 M2 F2 I2 <u>3/</u>	4 491 ab	V2 M6 F3 I2	4 654 ab
V2 M5 F3 I1	4 390 ab	V2 M5 F2 I1	4 612 ab
V2 M6 F2 I2	4 342 ab	V2 M2 F2 I2 <u>3/</u>	4 602 ab
V2 M6 F3 I2	4 253 ab	V2 M4 F3 I2	4 594 ab
V2 M4 F3 I2	4 194 abc	V2 M4 F2 I1	4 520 ab
V2 M4 F2 I1	4 180 abc	V2 M6 F2 I1	4 468 ab
V2 M6 F2 I1	4 073 abc	V2 M5 F3 I1	4 402 ab
V2 M6 F3 I1	3 911 bc	V2 M6 F3 I1	4 342 ab
V1 M1 F1 I1 <u>4/</u>	3 464 c	V1 M1 F1 I1 <u>4/</u>	4 090 b

1/ Los rendimientos promedios con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

2/ Alternativas de 1982

3/ Alternativa de 1981

4/ Práctica del agricultor

Cuadro 24. Indicadores económicos de las cinco mejores alternativas de la práctica del agricultor y de la alternativa propuesta. Progreso, Panamá. 1982.

Nº	Alternativa	Rendimiento kg ha ⁻¹	Ingreso bruto	Costos variables	Margen bruto	TMR ^{3/}
<u>Experimento 1</u>						
1	V2 M3 F2 I2	4 777	1 156	234,31	921,69	3,46
2	V2 M5 F3 I2	4 740	1 147	166,63	980,37	13,37
3	V2 M5 F2 I2	4 697	1 137	203,58	933,42	4,98
4	V2 M4 F3 I1	4 628	1 120	110,24	1 009,76	-
5	V2 M5 F2 I1	4 561	1 104	146,29	957,71	96,02
Agri	V1 M1 F1 I1	3 464	838	143,52	694,48	-
<u>Experimento 2</u>						
1	V2 M5 F3 I2	4 983	1 206	166,63	1 039,37	9,38
2	V2 M3 F2 I2	4 893	1 184	234,31	949,69	2,14
3	V2 M4 F2 I2	4 821	1 167	203,58	963,42	2,96
4	V2 M6 F2 I2	4 706	1 139	210,93	928,07	2,22
5	V2 M4 F3 I1	4 702	1 137	110,24	1 026,76	-
Agri	V1 M1 F1 I1	4 090	989	143,52	845,48	-
<u>Alternativas desarrolladas</u>						
SFL <u>1/</u>	V2 M5 F3 I2	4 040	986	166,63	819,37	12,07
SFA <u>2/</u>	V2 M5 F2 I2	3 980	971	234,31	736,69	2,90
Agri	V1 M1 F1 I1	2 900	707	143,52	563,48	-

1/ SFL = Suelo franco limoso

2/ SFA = Suelo franco arenoso

3/ TMR = Tasa marginal de retorno

Estas dos alternativas, se diferencian en el nivel de los factores malezas y fertilización, mientras M5 significa la aplicación de Propanil* más un preemergente como bolero*, para los campos en donde hay problemas de *Rottboellia* y *Echinochloa*: M3 equivale a la aplicación solamente de propanil para campos donde hay solamente *Rottboellia* sp.

De manera similar, F3 indica que se debe fertilizar el arroz solamente con nitrógeno y algo de azufre, en los suelos franco limosos y franco arcillosos que son la mayoría; F2 recomienda el uso de nitrógeno y fósforo en los suelos franco arenosos.

Además, se puede decir que solamente en los suelos con menos del 11 % de arcilla hay probabilidad de obtener respuestas económicas al uso de insecticidas al suelo, de tal manera, que es recomendable hacer aplicaciones preventivas cuando las condiciones del suelo lo ameriten.

Investigaciones en el cultivo de sorgo

Experimentos exploratorios. En 1980, fueron sembrados dos experimentos con un arreglo factorial 2^4 , en los cuales se estudiaron dos variedades, dos niveles de fertilización, herbicidas e insecticidas, con y sin aplicación en cada caso (Cuadro 25). Además, se incluyó un tratamiento testigo que representó a la práctica del agricultor.

Cuadro 25. Variedades y nivel dos de los tratamientos usados en los experimentos exploratorios de sorgo. Progreso, Panamá. 1980.

Factor	Producto	Dosis	Epoca de aplicación
Fertilización	12-24-12	150 kg ha ⁻¹	A la siembra
	Urea	150 kg ha ⁻¹	a los 30 DDS
Herbicida	Gesaprim 80*	2,5 kg ha ⁻¹	a la siembra
	Gramoxone* 28 %	2,0 litros	a los 25 DDS (dirigido)
Insecticida	Furadán* 5 %	30 kg ha ⁻¹	a la siembra
	Diazinon* 60 %	1,5 l ha ⁻¹	a la floración
Variedad 1	E - 57	25 kg ha ⁻¹	a la siembra
Variedad 2	Topaz	25 kg ha ⁻¹	a la siembra

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

Al igual que en el arroz, el objetivo de estos ensayos fue determinar el efecto de cada factor limitante y de sus interacciones, para comprobar si en realidad estaban afectando la productividad del sorgo y averiguar si el manejo del productor era susceptible de mejorar.

En la Figura 13, se puede observar cómo el fertilizante, el herbicida, el insecticida y la variedad, incrementaron el rendimiento de sorgo en 1 252, 926, 574 y 498 kg ha⁻¹ respectivamente. Se dedujo entonces que la fertilización y el combate de malezas eran los factores más importantes en su orden. Prácticamente no se presentó ninguna interacción.

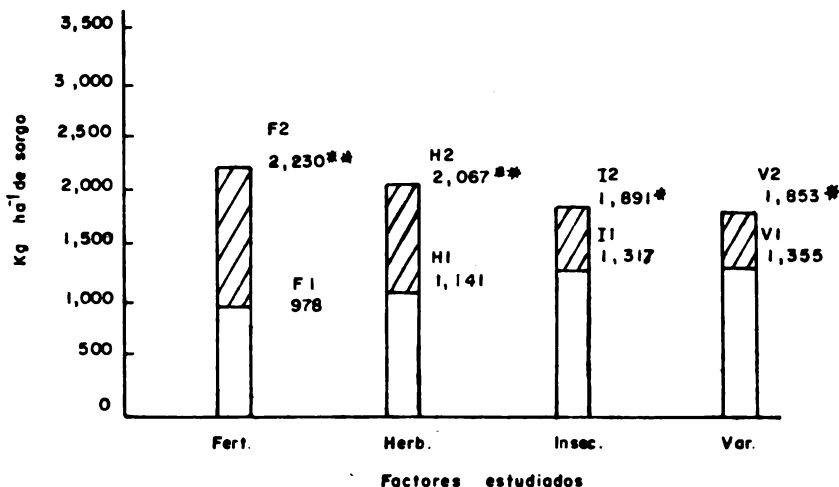


Figura 13. Efectos significativos (0,05* y 0,01**) de herbicida, fertilizante, insecticida y variedad en el cultivo de sorgo, Progreso, Panamá, 1980.

Según la prueba de Duncan, el mejor tratamiento fue el que tuvo el nivel dos de cada factor, produjo 1 400 kg ha⁻¹ más que la práctica del agricultor (2 953 y 1 553 kg ha⁻¹), lo cual fue el indicativo de que era factible mejorar el sistema tradicional del área, por una parte y por otra, que este tratamiento constituía una primera alternativa de producción del sorgo.

En la Figura 14, se representa el grado de correlación positiva o negativa que existió entre las variables independientes fertilización y herbicidas con algunas variables de respuesta, incluido el rendimiento.

Como este experimento fue sembrado en el mismo terreno donde se hizo un experimento exploratorio de arroz, la magnitud de los coeficientes fue menor a la de los encontrados en el

arroz. Esto da a entender que existe un grado de dependencia del segundo cultivo, en este caso el sorgo, cuando es sembrado en condiciones de terreno en donde se hizo control de malezas y de insectos al realizar el primer cultivo, pues los factores continúan influyendo pero con menor intensidad, ya que el efecto fue mitigado por el manejo del primer cultivo. En el caso del fertilizante, prácticamente no hubo un efecto residual por cuanto esta aplicación fue decisiva en el aumento del rendimiento del sorgo.

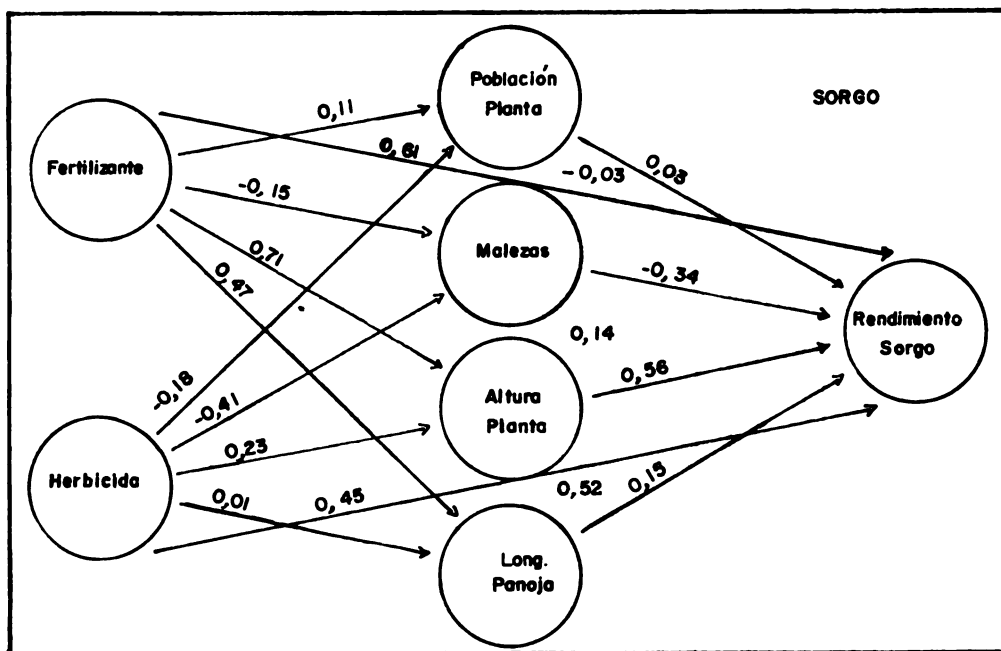


Figura 14. Relaciones entre las variables independientes herbicida y fertilización, con las variables de respuesta en el sorgo, Progreso, Panamá. 1982.

Experimentos de componentes. Evaluación de variedades. La evaluación de 10 materiales realizada en 1981, arrojó los resultados que aparecen el Cuadro 26.

En este y otros ensayos el híbrido Savanna 5, se ubicó en el primero o segundo lugar, lo que dio a entender que no solamente tenía buen potencial de rendimiento, sino también estabilidad tanto en diferentes lugares del área, como en los diferentes años.

Cuadro 26. Prueba de rangos múltiples de Duncan para los rendimientos de los materiales de sorgo. Progreso, Panamá. 1981.

Nº	Materiales	Rendimiento kg ha ⁻¹ $\frac{1}{/}$	Nº	Materiales	Rendimiento kg ha ⁻¹ $\frac{1}{/}$
1	Savanna 5	5 514 a	6	RA-808	3 150 bcd
2	YB - 709	4 592 ab	7	W821-A	3 057 bcd
3	Topaz	4 136 ab	8	8416-A	2 572 cde
4	4817	3 919 abc	9	C42-A	2 325 de
5	8244	3 264 bcd	10	8225	1 113 e

1/ Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes (P = 0,05).

Fertilización. Los resultados obtenidos en dos experimentos de fertilización del sorgo, realizados en 1981, se presentan en el Cuadro 27. También se dan las ecuaciones cuadráticas de regresión conjunta para nitrógeno y fósforo.

De acuerdo con los resultados del Cuadro 27, las dosis de nitrógeno y fósforo deducidas de las ecuaciones de regresión fluctuaron en 85 y 105 kg ha⁻¹ para nitrógeno y entre 48 y 72 kg ha⁻¹ para fósforo. De allí que para el componente fertilización se incluyó en la alternativa de producción de sorgo, las dosis de 90 y 45 kg ha⁻¹ de nitrógeno y fósforo respectivamente. La práctica del agricultor consiste en el uso de 100 kg ha⁻¹ de urea (46 kg ha⁻¹ de N).

Combate de malezas. Se estudiaron una serie de tratamientos en los que se combinaron productos, dosis y épocas de aplicación, con el objeto de definir la mejor opción para combatir las malezas del sorgo. Un ejemplo de estos experimentos se da en el Cuadro 28.

Combate de insectos. Los resultados de uno de los experimentos de control de insectos en sorgo, realizado en 1981, demostraron que la aplicación de 1,5 kg ha⁻¹ i.a. de Furadán (Carbofurán) al suelo a la siembra, aumenta el rendimiento de sorgo en 1 251 kg ha⁻¹, que cuando no se aplica (6 251 kg ha⁻¹ versus 5 000 kg ha⁻¹). En este mismo experimento se probaron varios productos para el control de la mosca del sorgo y de las plagas del follaje, pero no se encontraron efectos en relación con el testigo.

* Ver nota de página

Cuadro 27. Rendimientos promedios de sorgo, obtenidos con varias dosis de nitrógeno y fósforo. Progreso, Panamá. 1981.

Experimento 1					
Fósforo kg ha ⁻¹	Nitrógeno kg ha ⁻¹				\bar{X}
	0	50	100	150	
0	2 706	4 176	3 737	3 344	3 491
40	2 942	3 901	3 548	4 056	3 612
80	4 050	5 026	4 603	4 079	4 439
\bar{X}	3 233	4 368	3 963	3 826	3 847
$Y = 2\ 827,49 + 25,39N + 0,72P - 0,14N^2 + 0,18P^2 - 0,04NP$					
Experimento 2					
Fósforo kg ha ⁻¹	Nitrógeno kg ha ⁻¹				\bar{X}
	0	50	100	150	
0	3 404	4 592	4 063	5 082	4 285
40	4 312	5 288	4 712	4 649	4 740
80	4 869	4 929	4 274	5 512	4 896
\bar{X}	4 195	4 936	4 350	5 081	4 640
$Y = 3\ 862,15 + 6,77N + 14,98P + 0,10N^2 - 0,04P^2 - 0,12NP$					

Cuadro 28. Rendimientos de sorgo, obtenidos en una prueba de combate de malezas. Progreso, Panamá. 1982.

Tratamiento*	Dosis de p.c. ^{1/}	Epoca aplicación	Rendimiento kg ha ⁻¹ ^{2/}
1 Gesaprin 80 W.P.	4,0 kg ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 995 a
Gramoxone	1,5 l ha ⁻¹	25 DDS	
2 Gesaprin 500 F.W.	5,0 l ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 702 a
Gramoxone	1,5 l ha ⁻¹	25 DDS	
3 Gesaprin 80 W.P.	2,5 kg ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 564 ab
Prowl	3,0 l ha ⁻¹		
Gramoxone	1,5 l ha ⁻¹	25 DDS	3 554
4 Gesaprin 500 F.W.	5,0 l ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 334 b
5 Gesaprin 80 W.P.	2,0 kg ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 311 b
Prowl	1,0 l ha ⁻¹		
Gramoxone	1,5 l ha ⁻¹	25 DDS	
6 Gesaprin 80 W.P.	4,0 kg ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 183 bc
7 Gramoxone	2,0 l ha ⁻¹	8-10 DDS	3 161 bc
Gramoxone	1,5 l ha ⁻¹	25 DDS	
8 Gesaprin 500 F.W.	2,5 l ha ⁻¹	Pre-emergencia	3 123 bc
9 Gesaprin 80 W.P. ^{3/}	2,0 kg ha ⁻¹	Pre-emergencia	2 901 c
10 Limpia manual	-	-	2 482 c

^{1/} p.c. = producto comercial

^{2/} Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes, según la prueba de Duncan (P = 0,05)

^{3/} Práctica del agricultor

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

Las plagas principales encontradas en dos experimentos realizados en 1983 fueron: *Listronotus* sp., *Spodoptera frugiperda*, *Crambus* sp., *Conoderus* sp. Los resultados de los rendimientos se presentan en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Rendimientos promedios de sorgo obtenidos en dos experimentos de combate de insectos. Progreso, Panamá. 1983.

Tratamiento ^{1/}	Rendimiento kg ha ⁻¹ ^{2/}	
	Experimento 1	Experimento 2
S2 F -	3 190 a	3 226 ab
- - P	3 126 ab	2 806 b
- F P	3 084 ab	3 123 ab
S2 F P	3 082 ab	3 454 a
S2 - P	2 790 bc	3 394 ab
S1 F P	2 602 c	3 338 ab

- ^{1/} S1 = Furadán (Carbofurán) 1,5 kg ha⁻¹ i.a. al suelo
 S2 = Lorsban (chlorpyrifos) 2 kg i.a. al suelo
 F = Belmark (Fenvalerate) 50 gr i.a., dos aplicaciones al follaje
 P = Sevin 1 kg ha⁻¹ i.a., dos aplicaciones a la panoja

- ^{2/} Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes, según la prueba de Duncan (P = 0,05).

Hacia el norte del área (Experimento 1), a pesar de que el tratamiento con Lorsban* al suelo y Belmark* al follaje dio el mayor rendimiento; no hubo una tendencia clara que sugiriera el uso de insecticidas al suelo.

Hacia el sur (experimento 2), se notó un efecto claro de Lorsban al suelo a la siembra, allí, al no hacer esta aplicación el rendimiento disminuyó en 456 kg ha⁻¹.

En ninguno de los sitios hubo un efecto claro de la aplicación de insecticida a la panoja, dado que no hubo ataque de *Contarinia sorghicola*, la mosquita de la panoja. Tampoco se observó interacción alguna de los tratamientos por localidad.

De lo anterior, se concluye que se puede utilizar indistintamente furadán o lorsban para combatir las plagas del suelo.

* Ver nota de página 11.

Experimentos de compración de alternativas. Dos experimentos realizados en 1982 -cuyos datos de rendimiento de las cinco mejores opciones, significativamente superiores a la práctica del agricultor, se presentan en el Cuadro 30- permitieron llegar a las siguientes conclusiones.

El híbrido Savanna 5, incluido en la alternativa, tuvo un comportamiento claramente superior al material usado por el agricultor, el híbrido E-57.

Definitivamente la fertilización opcional de 3 qq de 15-30-8 más 3 qq de urea (sacos de 50 kg), equivalentes a 91 y 45 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ respectivamente, rindió en todos los casos, más que el fertilizante usado por el productor de 46 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

En cuanto al combate de malezas, se observó mucho más consistencia en el tratamiento de la alternativa que era a base de una aplicación de 4 kg ha⁻¹ p.c. de gesaprin* 80 W.P. aplicado en pre-emergencia, más 1,5 l ha⁻¹ p.c. de gramoxone* a los 25 DDS. El agricultor controla las malezas con 2,0 kg ha⁻¹ p.c. de gesaprin solamente.

Para el combate de insectos del suelo, en suelos franco-arenosos, se identificaron dos opciones: 1,5 kg ha⁻¹ i.a. de furadán ó 2,0 kg ha⁻¹ i.a. de lorsban a la siembra. Aparentemente no son necesarias las aplicaciones al follaje. Como ya se indicó el agricultor no usa insecticidas.

Para cuantificar la sensibilidad de la práctica del agricultor y de la alternativa preliminar, a la adición o supresión de uno o más de los factores modificados, se utilizaron factoriales 2⁴, en donde cada factor se estudió en dos niveles: uno, el del agricultor (nivel 1) y otro, el de la alternativa preliminar proveniente de los mejores tratamientos de los experimentos de componentes (nivel 2).

En esta forma, se detectaron varias alternativas promisorias, que fueron aquellas en donde predominaron por lo menos dos factores modificados. El manejo del agricultor se ubicó en el 16 y 12 lugar respectivamente en los dos experimentos.

Los indicadores económicos de las cinco primeras alternativas y de la práctica del agricultor (Cuadro 30), demuestran su desempeño. Además, en este Cuadro se incluye el análisis de las dos alternativas que demostraron ser las mejores para ser validadas. En este caso, para realizar el análisis económico, el rendimiento promedio de los dos experimentos se ajustó en un 20 por ciento.

Los niveles de los factores que se estudiaron en estos experimentos se presentan en el Cuadro 31.

* Ver nota de página 11.

Cuadro 30. Alternativas, rendimientos de sorgo e indicadores económicos de las cinco mejores opciones, de la práctica del agricultor y de la alternativa propuesta. Progreso, Panamá. 1982.

Nº	Alternativa	Rendimiento kg ha⁻¹	Ingreso bruto	Costos variables	Benef. bruto	TMR ^{1/}
<u>Experimento 1</u>						
1	V2 F2 M2 I1	5 574	992	125,25	866,75	5,08
2	V2 F2 M2 I2	5 013	892	178,10	713,90	2,18
3	V2 F2 M1 I2	4 733	842	151,85	690,15	2,10
4	V1 F2 M2 I2	4 410	784	178,10	605,90	1,28
5	V2 F1 M2 I2	4 284	762	126,10	635,90	2,46
Agri.V1 F1 M1 I1		2 898	516	47,00	469,00	-
<u>Experimento 2</u>						
1	V2 F2 M1 I2	6 056	1 078	151,85	926,15	4,47
2	V2 F2 M2 I2	5 755	1 024	178,10	845,90	2,92
3	V2 F2 M2 I1	4 935	878	125,25	752,75	3,45
4	V1 F2 M2 I2	4 425	787	178,10	608,90	4,92
5	V2 F1 M2 I2	4 393	782	126,10	655,90	1,82
Agri.V1 F1 M1 I1		3 152	561	47,00	514,00	-
<u>Alternativa propuesta</u>						
1	V2 F2 M2 I1	4 194	746	125,10	620,90	3,03
2	V2 F2 M2 I2	4 308	767	178,10	588,90	1,56
Agri.V1 F1 M1 I1		2 420	431	47,00	384,00	-

1/ TMR = Tasa Marginal de Retorno.

La única diferencia entre las dos alternativas propuestas, es que en el caso de suelos livianos (franco-arenosos), en donde hay mayor posibilidad del ataque de insectos del suelo, especialmente *Scapteriscus* sp. (grillotopo), es necesario aplicar insecticida al suelo.

Cuadro 31, Niveles de factores estudiados en los experimentos de comparación de alternativas de producción de sorgo. Progreso, Panamá. 1982.

Código ^{1/}	Producto*	Dosis kg ha ⁻¹ p.c. ^{2/}	Epoca de aplicación ^{3/}
	<u>Semilla</u>		
V1	E-57	18	A la siembra
V2	Savanna 5	18	A la siembra
	<u>Fertilización</u>		
F1	Urea	100	25 - 30 DDS
F2	15-30-8	150	a la siembra
	Urea	150	25 - 30 DDS
	<u>Herbicidas</u>		
M1	Gesaprim 80 W.P.	2,0	Pre-emergencia
M2	Gesaprin 80 W.P.	4,0	Pre-emergencia
	Gramoxone	1, 5 l ha ⁻¹	25 - 30 DDS (dirigido)
	<u>Insecticidas</u>		
I1	-	-	-
I2	Furadán	15	a la siembra

1/ Nivel 1 = Práctica del agricultor

Nivel 2 = Alternativa propuesta

2/ p.c. = producto comercial, se aplica a los herbicidas e insecticidas.

3/ DDS = Días después de la siembra

* La mención de nombres comerciales no significa aval del producto por parte de las instituciones o autores (nota del editor).

CAPITULO IV

VALIDACION DE LA ALTERNATIVA



VALIDACION DE LA ALTERNATIVA

Validación/transferencia de opciones tecnológicas

La fase decisiva al final de un proceso de desarrollo de tecnología con el enfoque de sistemas, es la de validación/transferencia, la cual entraña la o las alternativas u opciones técnicas desarrolladas, para un sistema de producción en particular y para una área específica, a una comparación con la práctica del agricultor, pero en condiciones de manejo de la alternativa por parte de una muestra de productores, en sus propias fincas.

De esta manera, la validación constituye la forma de comprobar y aún asegurar que la tecnología propuesta es adecuada, practicable y beneficiosa para el grupo de agricultores para quienes fue generada y aún más, que tenga las cualidades suficientes para ser transferida a todos los agricultores del área de recomendación. La tecnología propuesta será mejor que el manejo tradicional, cuando al ser manejada por el productor, aumente los rendimientos por hectárea o disminuya los costos por unidad de área, lo que aisladamente o en conjunto, aumente en un nivel equivalente por lo menos al costo de oportunidad de la inversión, el beneficio neto.

Como esta etapa, es a no dudarlo en la que se establece un lazo de unión entre la investigación y la transferencia, debería establecerse en ella un equilibrio y una interacción entre estas dos actividades, lo que facilitaría la preparación de la base técnica para la labor de transferencia (Navarro, 1983a).

Metodología de validación

Un sistema de producción de cultivos, es el conjunto de actividades técnico-administrativas que el agricultor ejecuta en el lapso de un año, con el propósito de que una o más especies cultivadas, transformen los recursos asignados dentro de la finca, en productos únicos (Moreno, 1984).

Esto involucra una cronología de decisiones de manejo, que regulan la combinación de recursos y de trabajo, para obtener producción en un tiempo dado. Estas decisiones definen, qué hacer, cuándo y cómo para cumplir con el perfil de producción

programado, desde luego aceptando las interacciones, riesgos y consecuencias predecibles (Navarro, 1983b).

Esta es la base para pensar que la mejor manera de evaluar y probar técnicamente una tecnología de producción promisoría, es la de que el propio agricultor se enfrente a la ejecución de la labor y pruebe por sí mismo, si estaría en capacidad de hacerlo por su cuenta, corriendo con todos los riesgos y decisiones, una vez que se convensa de que la opción es ventajosa. Sin embargo, la aceptación de la nueva tecnología depende de una serie de factores, tanto socioeconómicos como agronómicos (Zandstra, et al., 1979).

Una opción técnica, para un sistema de producción determinado, involucra una o más modificaciones en los componentes del sistema, que traen como consecuencia cambios en una o más de las decisiones de manejo durante el ciclo agrícola. En este caso, la manera viable para que el productor pueda poner en práctica esos cambios es explicándole, enseñándole y adiestrándolo en la aplicación de esos cambios; haciendo a la vez una comparación con las prácticas propias del agricultor y estableciendo además un calendario comparativo para todas las actividades que se realizan.

Este enfoque permitirá, al mismo tiempo, evaluar el desempeño de los cambios propuestos, sus consecuencias para la finca y la reacción de los agricultores. Desde luego, a lo largo del proceso se requieren hacer observaciones y recabar información de las dos prácticas de manejo, la propuesta y el comparador, la que el agricultor ejecuta por sí mismo.

Los razonamientos anteriores, constituyeron la base de la metodología de validación/transferencia, utilizada por este Proyecto.

La puesta en práctica de esta metodología en Progreso, comprendió la ejecución de actividades de planeación, de ejecución y de apoyo.

Actividades de planeación

- Prácticamente la labor de planeación comenzó en octubre de 1982, cuando se elaboró el primer plan operativo sobre esta actividad, en el cual se definió en términos generales, la magnitud del trabajo a realizarse y a la vez, se determinaron las necesidades presupuestarias para personal, insumos y fondo operativo requerido en 1983.
- En febrero de 1983, previa la obtención de todos los análisis estadísticos y económicos de los resultados de investigación, se empezó a identificar y definir la alternativa tecnológica para el sistema arroz-sorgo cuya caracterización y descripción se complementó en marzo. A la vez, se describió en forma detallada la práctica

tradicional del agricultor.

- Definida el área y los agricultores de recomendación, y considerando la necesidad de cubrir con las parcelas de validación los principales subambientes, dada la variabilidad sobre todo de suelos y de la precipitación del área, se estimó el número de parcelas a implementar, y en base a ello se elaboró un calendario general de actividades para todo el ejercicio, haciendo coincidir con este calendario las necesidades de mano de obra, el tipo y cantidad de insumos y su costo.
- Simultáneamente, se contempló la capacidad del personal que iba a ejecutar esta labor (un Ingeniero Agrónomo y un Técnico Agropecuario), sobre todas las fases del trabajo; desde la manera de realizar la entrevista inicial con el agricultor para motivarlo, pasando por la manera de establecer la ruta para las visitas periódicas a los productores, la forma de preparar los materiales para los componentes modificados, el método de capacitar a los productores en el manejo de las opciones, la entrega de mensajes técnicos previos a cada una de las prácticas, la recopilación y archivo de la información, hasta la obtención del producto. Enfatizando en la agilidad, precisión y constante preocupación que deben poner en cada paso de su labor.
- En esta misma fase, el estudio de la naturaleza del trabajo y de los objetivos que se buscaban, llevaron a la identificación de la información que era necesario recabar durante el proceso, a la definición de los métodos para obtenerla y finalmente, a la elaboración de instrumentos (formularios) apropiados para facilitar la recopilación dinámica de esa información.
- Finalmente para proceder con orden y precisión se elaboró un calendario detallado de las actividades correspondientes al manejo tecnológico del sistema, en cada finca y de semana a semana.

Actividades de ejecución

- Tratando de cubrir toda el área de acuerdo con su variabilidad, asegurando que los agricultores correspondan al grupo para los cuales se desarrolló la alternativa, que representen la subárea en donde están asentados, ubicándolos en forma estratégica y accesible, que a la vez tengan planificada para ese ciclo la siembra de arroz (comparador) y que aceptaran participar activamente en la siembra del sorgo en segunda época, en el mismo lote de la validación de arroz, se seleccionaron ocho asenta-

mientos campesinos y 20 agricultores individuales, como cooperadores.

- Las actividades de instalación y seguimiento de las parcelas de validación y del comparador, se ejecutaron de mayo a diciembre de 1983 en arroz y de octubre de 1983 a marzo de 1984 en sorgo.

Actividades de apoyo

- Estas son actividades adicionales, que organizó el agente de validación con la colaboración del personal de apoyo de IDIAP y CATIE, durante el lapso de duración del proceso, como días de campo, reuniones de demostración de resultados, análisis de los avances con los técnicos de extensión del MIDA y del BDA. Seguimiento continuo y metódico, participación directa en los trabajos, análisis y solución de problemas, intercambio de ideas y coparticipación de las responsabilidades del personal del Proyecto.
- Finalmente, la participación del personal de apoyo en el análisis, conclusiones y documentación de los resultados obtenidos. Para realizar los análisis, se trazaron rutas con etapas bien definidas que permitieron verificar el comportamiento esperado de la tecnología propuesta y estimar niveles de aceptación, adopción e impacto.

Análisis de los resultados de validación de la alternativa

Secuencia del análisis

Para la verificación del comportamiento técnico esperado de la innovación, la información obtenida fue analizada de tal forma (Navarro, 1983c; Brown, 1981) que se cumplieron los objetivos propuestos, mediante el análisis de los siguientes aspectos: a) factibilidad técnica, a fin de conocer con el suficiente grado de confiabilidad que la propuesta funciona adecuadamente en cuanto a su rendimiento y otros aspectos biológicos, al ser manejada por el agricultor en sus condiciones agroclimáticas; b) factibilidad económica para los agricultores de recomendación, que asegure que los agricultores puedan hacer funcionar la propuesta con los recursos de que disponen; c) viabilidad económica, para evaluar que la inversión que hagan los agricultores en la nueva tecnología, obtenga retornos económicos; d) riesgo, que dé la medida de la estabilidad de la innovación en cuanto a su producción y asegure que los ingresos obtenidos, cubran por lo menos los costos requeridos; e) retorno por cada recurso usado, para medir la eficiencia de la opción en cuanto al uso

de los recursos empleados y f) reacción y opinión de los agricultores, para evaluar su aceptación y posible interés por la adopción de la propuesta técnica.

Análisis del comportamiento de la alternativa

En Progreso, se desarrolló la alternativa tecnológica para mejorar el sistema de producción arroz-sorgo del agricultor, con lo cual se modificaron algunos componentes técnicos de los dos cultivos.

En la fase final del proyecto, se validó la alternativa en los dos componentes de cultivo, desafortunadamente los resultados del cultivo de sorgo, no fueron lo suficientemente confiables por cuanto se presentaron lluvias intensas -desde luego fuera de la curva normal de precipitación- en la etapa de maduración del cultivo, lo cual favoreció el ataque fuerte de un complejo de hongos a la panoja, que hizo disminuir drásticamente el rendimiento y la calidad del grano de las parcelas en comparación, la de la alternativa y la del agricultor.

Por esta razón, en esta parte del documento se presentarán solamente resultados de validación obtenidos con el arroz.

Factibilidad técnico-agronómica

La premisa en este caso, es que la propuesta debe funcionar adecuadamente en el área de recomendación. En el caso de que se presentaran problemas técnico-agronómicos, que dieran como resultado pérdidas totales o parciales, estos problemas deben identificarse y cuantificarse para definir si esta situación se debe a causas fortuitas, o son el resultado de las condiciones normales de suelo y clima existentes en el área. Si en cualesquiera de estas circunstancias, la alternativa sufre depresión y el comparador no es alterado, quiere decir que la opción es muy riesgosa, porque siempre sería susceptible a esos problemas, entonces se cuestiona su factibilidad técnica.

Para validar la alternativa de arroz en Progreso, fueron seleccionados inicialmente ocho asentamientos campesinos y 20 agricultores individuales, distribuidos proporcionalmente en las tres subáreas en que se había dividido el corregimiento (CATIE, 1985). Debido a que hubo que prescindir de algunas de estas fincas por diferentes razones, quedaron finalmente cinco asentamientos y 15 agricultores particulares.

Las parcelas de validación, en las cuales se utilizó la misma opción tecnológica, fueron de 5 000 m² y se sembraron en uno de los extremos de los lotes comerciales de los agricultores, para cosechar así igual superficie en una parte contigua al lote comercial del productor y de esa forma, comparar el comportamiento de las dos parcelas.

De las 20 parcelas sembradas, fueron eliminadas las de dos asentamientos, no porque tuvieran problemas técnico-agronómicos,

sino porque los productores, al hacer las aplicaciones de herbicidas e insecticidas con helicóptero en su cultivo, también aplicaron esos productos en las parcelas de validación, lo cual las invalidó como tales.

Lo anterior, demuestra que el número menor de parcelas cosechadas, en relación con las sembradas (18 de 20), no se debe a problemas de factibilidad técnica de la opción, sino a causas fortuitas de diferente índole.

En el Cuadro 32, aparecen los rendimientos obtenidos en el componente arroz, con la práctica del agricultor o comparador y con la alternativa o innovación. Estos datos constituyen la fuente principal de información para definir la factibilidad técnica de la innovación. Por lo tanto, obsérvese: primero, que la alternativa rindió más que la práctica del agricultor en el 66 % de las 18 parcelas comparadas. En los casos en que rindió menos, no quiere decir que la innovación tenga problemas, sino que existen en el área productores con un nivel muy alto de tecnificación, desarrollado en las condiciones de sus fincas, de allí que no puede existir para toda el área un sólo paquete tecnológico eficiente; será eficiente en la medida en que se introduzcan opciones a los componentes tecnológicos, ajustados a las diferentes condiciones físicas y biológicas del área. Segundo, que el promedio del rendimiento tuvo un aumento real de $550,07 \text{ kg ha}^{-1}$ (12 qq ha^{-1}) de grano. Lo cual demuestra, que la innovación no solamente es estable a través del área, porque los incrementos se dan en la mayoría de las fincas, sino que también ofrece un similar o mejor comportamiento que el comparador, en cuanto a su adaptabilidad y funcionamiento adecuado en ese medio ambiente.

Para hacer un análisis algo más detallado de la estabilidad de la alternativa en el espacio, en el Cuadro 33, se presentan los rendimientos promedios obtenidos por las dos tecnologías de acuerdo con las subáreas climáticas y a la clase de suelo.

Durante la caracterización física del área (CATIE, 1985), se indentificaron tres subáreas climáticas, tomando en cuenta principalmente la cantidad, distribución mensual de la precipitación y la disponibilidad de agua durante los meses de invierno (balance hídrico), éstas subáreas fueron las del norte, centro y sur con 3 570, 2 560 y 2 180 mm de lluvia respectivamente. Además, se definieron dos clases de suelo, a base de su clasificación taxonómica y en especial de su textura, que es una característica de importancia en el cultivo de arroz de secano, porque influye mucho en la capacidad de retención de humedad en el suelo. Considerando esta última propiedad se concluyó que predominan los suelos franco limosos y en mucho menor escala los suelos franco arenosos.

Los datos del Cuadro 33, demuestran que hubo variabilidad de los rendimientos dentro y entre las dos tecnologías, por el efecto de la variabilidad climática. Se observa, que la práctica del agricultor superó a la alternativa en la parte norte del

Cuadro 32. Rendimientos de arroz obtenidos en las parcelas de validación de la alternativa. Sistema arroz de secano monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Productor	Rendimiento Kg ha ⁻¹		Δ Relativo 1/	Δ % 2/
	Comparador	Alternativa		
Omar Concepción	2 279,40	1 859,40	-420,00	-18,42
Asent. Todo por la Patria 1	4 616,78	4 748,29	131,51	2,84
Asent. Todo por la Patria 2	2 306,60	5 769,60	3 463,00	150,13
César Vanegas	2 267,54	2 878,00	610,46	26,92
Pastor Chávez	2 474,40	3 892,06	1 417,66	57,29
Filadelfo Montenegro	1 369,60	4 172,33	2 802,73	4,63
Tomás Chávez	1 814,06	3 316,10	1 502,04	82,79
Teófilo Samaniego	2 228,57	2 882,54	633,97	29,34
Román Arosemena	5 024,04	3 438,55	-1 585,49	-31,55
Patrocinio González	2 267,57	2 721,09	453,52	20,00
Luis Gómez	5 023,13	4 275,74	- 747,39	-14,87
Juan Villarreal	2 653,06	3 304,38	651,32	24,54
Asent. Sta. Rosa de Lima	4 361,00	4 145,13	- 215,87	- 4,95
Roger Aguirre	2 930,61	3 628,12	697,51	23,80
Justo Reyes	4 258,50	3 853,06	- 405,44	- 9,52
Manuel Quintero	2 380,95	3 668,03	1 287,08	54,05
Heleodoro González	4 484,36	2 513,38	-1 970,98	-43,95
Gregorio Tórres	3 673,47	5 258,01	1 584,54	45,85
\bar{x}	3 134,09	3 684,66	550,56	17,56

1/ Aumento relativo

2/ Aumento porcentual

área, que es la de menor extensión e importancia en la producción de arroz. Esto se debe a que la variedad usada por la alternativa se volvió susceptible a *Rhizoctonia solani* a consecuencia de la excesiva humedad.

En las otras subáreas, la alternativa tuvo un mejor comportamiento, especialmente en la parte central del área, que es la que produce prácticamente el 60 % de este grano básico en Progreso.

Cuadro 33. Rendimientos de la alternativa arroz de acuerdo con las subáreas climáticas y con la clase de suelo. Progreso, Panamá. 1983.

Subáreas climáticas	Nº parcelas	Comparador kg ha ⁻¹	Alternativa kg ha ⁻¹
Norte	4	3 648,53	3 073,69
Centro	8	2 466,33	3 870,41
Sur	6	3 681,48	3 844,29
<u>Clase de suelo</u>			
Franco arenoso	6	2 582,37	3 096,87
Franco limoso	12	3 409,94	3 978,55

La relación, de la clase de suelo con los rendimientos es bastante clara, en ambas tecnologías hubo una mayor producción en los suelos franco limosos; sin embargo, es necesario señalar que en los dos suelos la alternativa demostró tener mayor potencial de rendimiento, como consecuencia de una estabilidad igual o mayor a la de la práctica tradicional.

Factibilidad económica

Supuestamente, la metodología de investigación, partió del principio de que el desarrollo de la alternativa, debía estar de acuerdo con la disponibilidad de recursos y capacidad de manejo de los agricultores a quienes se iba a proponer dicha alternativa.

En consecuencia, una tecnología es económicamente factible para el agricultor, cuando él disponga, a través del ciclo de cultivo, de la cantidad y calidad de recursos que requiere esa tecnología y además, tenga la capacidad de manejo necesaria para ponerla en práctica en forma eficiente. No debe perderse de vista que la disponibilidad de recursos depende de las otras actividades que el agricultor realiza en la finca, especialmente de aquellas que compiten por los mismos recursos, y además de-

pende también del apoyo institucional agrícola y aún de la infraestructura de producción del área.

En la fase de desarrollo y descripción de la alternativa, se definieron sus limitaciones físicas y socioeconómicas. En esta fase de validación, se trató de verificar si los requisitos de la innovación eran congruentes con los recursos disponibles en la finca, en comparación con lo que demanda la práctica del agricultor.

El razonamiento anterior, sugirió la realización de una evaluación cronológica de los flujos de recursos y productos, tanto de la innovación como del comparador, mediante un control de las operaciones de manejo de la opción en el momento en que se realizaban en el campo, y mediante observaciones de las actividades efectuadas en el comparador a través de visitas periódicas. Esto permitió, más tarde en el análisis, trazar un perfil de los requisitos de las dos prácticas de producción.

Requisitos de mano de obra

Como todas las labores de cultivo son mecanizadas, el uso de mano de obra es relativamente bajo, aún así, la práctica del agricultor gasta un 59 % más fuerza de trabajo que la alternativa, al ocupar un promedio por finca de 26,17 jornales ha^{-1} cuando la opción requiere 10,68 jornales ha^{-1} . Esto se explicó porque los productores emplean mayor número de jornales para eliminar manualmente las malezas, durante los meses de agosto y setiembre, debido a que su método químico de control adolece de imprecisión en las dosis de los herbicidas y en las épocas de aplicación de esos productos.

En el Cuadro 34, se da el detalle mensual de la mano de obra requerida por el comparador y por la innovación, durante el ciclo de cultivo del arroz, y en la Figura 15 se presenta gráficamente el perfil cronológico del empleo de los jornales empleados. Allí, se observa claramente que la innovación, desde la siembra hasta la cosecha, es más factible que el comparador en relación al requerimiento de mano de obra.

Requisitos de capital e insumos

Parte fundamental de toda explotación agrícola, lo constituyen los requerimientos de capital e insumos, considerando como parte integral de estos últimos los servicios de mecanización y todos aquellos otros servicios que son necesarios para la operación.

El detalle cronológico de los gastos por concepto de insumos, y el perfil de los mismos a través del ciclo de producción, tanto para el sistema opcional como para el comparador, se observan en el Cuadro 34 y en la Figura 16. Los requerimientos totales en insumos, a los precios de 1983, para los dos sistemas son de \$ 491,08 y \$ 462,82 respectivamente (Cuadro 34), cuya

Cuadro 34. Requerimientos mensuales de mano de obra y de insumos por tecnología en el sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Mes	Sistema		Comparador			Innovación				
	Uso M.O.	Costo M.O.	Costo Insum.	Cos. Var. totales	Uso M.O.	Costo M.O.	Costo Insum.	Cos. Var. totales		
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Marzo	0,00	0,00	7,33	7,33	0,00	0,00	7,33	7,33	7,33	7,33
Abril	0,00	0,00	11,66	11,66	0,00	0,00	11,67	11,67	11,67	11,67
Mayo	0,23	0,14	52,34	52,48	0,20	0,12	42,97	43,09	43,09	43,09
Junio	1,77	1,09	53,47	54,57	0,36	0,22	59,39	59,61	59,61	59,61
Julio	4,60	2,85	126,79	129,64	1,58	0,98	111,70	112,68	112,68	112,68
Agosto	4,92	3,05	114,96	118,02	1,93	1,95	98,21	99,41	99,41	99,41
Setiembre	8,24	5,11	63,96	69,07	2,72	1,68	70,46	72,14	72,14	72,14
Octubre	2,83	1,75	20,65	22,41	1,23	0,76	23,35	24,11	24,11	24,11
Noviembre	2,22	1,37	20,33	21,71	1,33	0,82	18,27	19,10	19,10	19,10
Diciembre	1,11	0,68	15,22	15,91	1,33	0,82	18,44	19,27	19,27	19,27
Enero	0,22	0,14	3,33	3,47	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
Total	26,14	16,18	491,04	507,27	10,68	7,35	462,79	469,41	469,41	469,41

M.O. = Mano de obra.

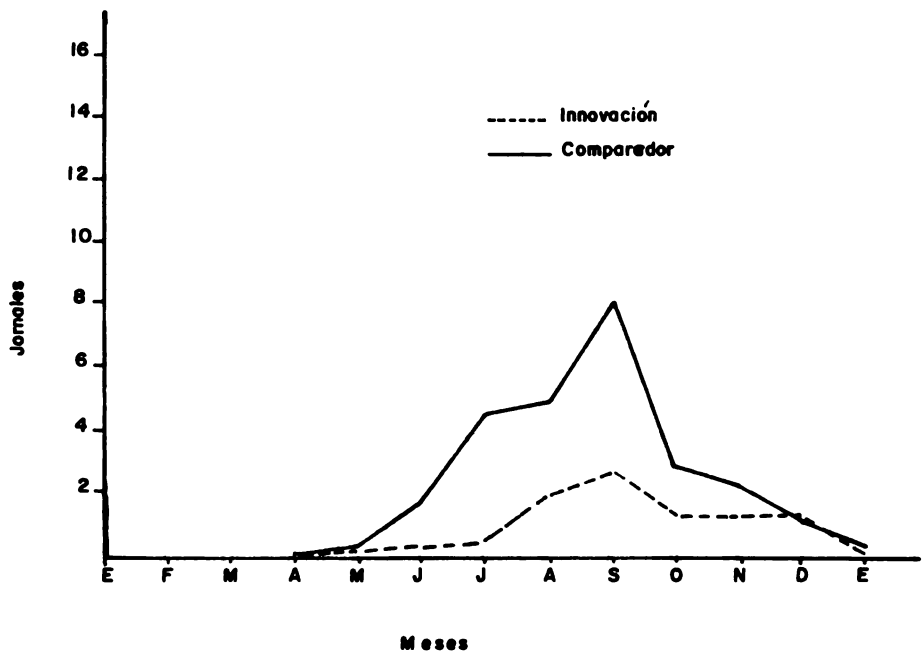


Figura 15. Perfil de uso de la mano de obra por tecnología en el sistema de producción arroz monocultivo, Progreso, Panamá, 1983

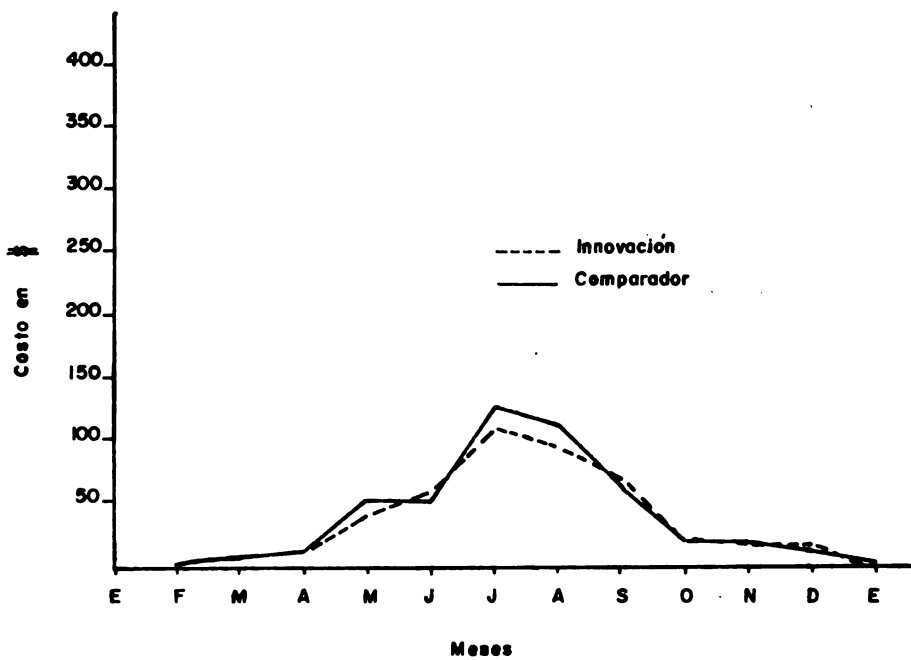


Figura 16. Perfil de costo de insumos por tecnología, para el sistema de producción arroz monocultivo, Progreso, Panamá, 1983.

diferencia de \$ 28,26 significa una disminución de los gastos que se hacen en la innovación respecto al comparador.

Analizando con mayor detenimiento los datos del Cuadro 34, se puede comprender que es factible económicamente para el productor de Progreso, poner en práctica la innovación, en cuanto a los gastos que debe hacer en insumos. Las actividades para los dos sistemas (comparador e innovación) van de mayo a enero, los gastos mensuales en insumos durante este período, son bastante semejantes en las dos prácticas, a excepción de los efectuados en los meses de agosto y setiembre, debido a que el comparador usa mayor cantidad en mano de obra para eliminar las malezas. Sin embargo, estas diferencias no son en absoluto relevantes. Igual situación se refleja, al comparar los perfiles de costos variables totales por concepto de mano de obra e insumos de los dos sistemas en la Figura 17, cuyas sumas ascienden a \$ 507,30 para el comparador y a \$ 469,49 para la innovación, lo que demuestra que el costo de esta última es menor en \$ 37,81.

Viabilidad económica

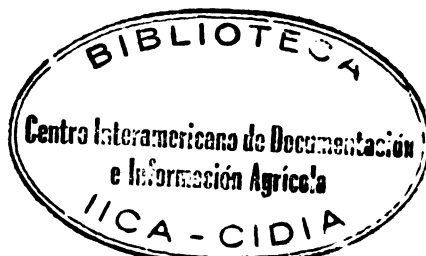
Hasta aquí, se ha demostrado que la tecnología propuesta es factible desde los puntos de vista técnico y económico, porque no solamente se ha observado que funciona, sino que puede funcionar con ventaja en el futuro, con respecto a las prácticas actuales de producción, en el grupo de fincas para las cuales se recomienda.

Pero además de ser factible, es preciso que la innovación o el sistema de producción mejorado, sea viable económicamente, o sea, que los retornos económicos totales que entregue, compensen adecuadamente todos los recursos invertidos en su producción, es decir, todos los costos variables y fijos, lo cual permitirá mantener en el tiempo la capacidad productiva de esos recursos.

Si los retornos económicos totales del sistema productivo se identifican como los ingresos brutos y los recursos, valorados con base en la cantidad y precios, como los costos de producción, entonces la viabilidad económica de ese sistema productivo, está dada por el balance entre los ingresos brutos y los costos de producción, relación que se conoce como ingreso neto. En consecuencia el comportamiento económico de una tecnología (viabilidad), se refleja en su ingreso neto.

Para el caso de los sistemas de producción arroz monocultivo del comparador y de la innovación de Progreso, en el Cuadro 35, se presentan los costos e ingresos totales y los beneficios de los dos sistemas. Los datos promedio demuestran que las dos tecnologías permiten recuperar toda la inversión; sin embargo, la innovación supera a la práctica del agricultor, en 132,2 % de aumento en el beneficio neto.

Por otra parte, es conveniente tomar en cuenta la variabilidad del comportamiento económico de la tecnología a través del área, la que depende de la variación entre los precios de



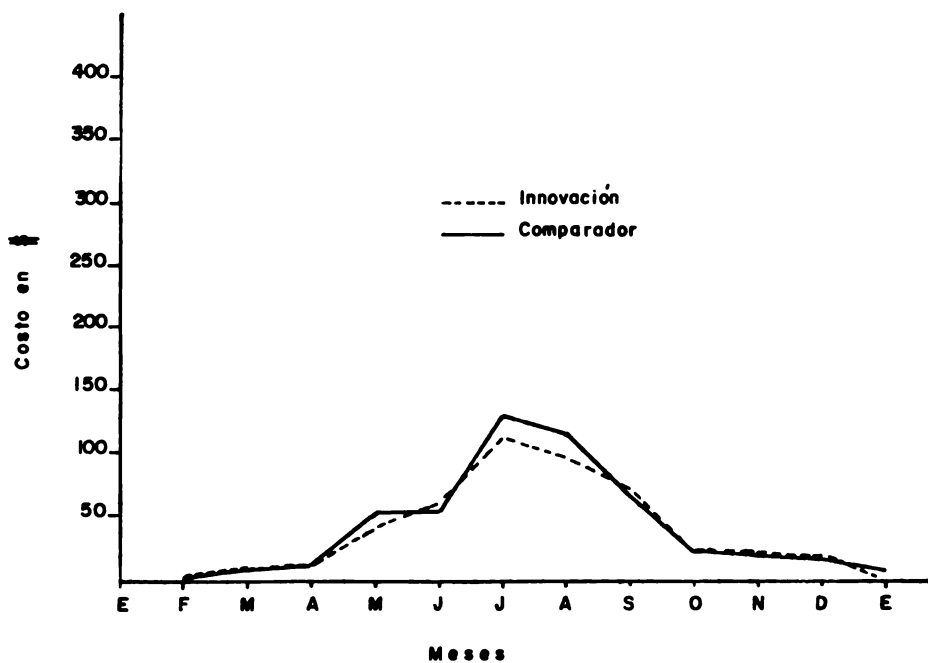


Figura 17. Perfil de costos variables por tecnología, para el sistema de producción arroz monocultivo, Progreso, Panamá, 1983.

los productos y de los elementos de producción que se usen. Desde este punto de vista, se prefieren tecnologías que sean poco sensibles a los cambios de los precios de los elementos de ingreso y costo, o presenten siempre una situación favorable a las diferentes situaciones de precios.

Cuadro 35. Índices económicos en \$ ha⁻¹ para las dos tecnologías del sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Parámetros de comparación ^{1/}	Comparador	Innovación	Δ %	N. de S. ^{5/}
COSTOS VARIABLES				
1. Mano de obra (jorn ha ⁻¹)	26,17	10,69	-59,15	0,99
2. Costo de mano de obra	16,23	6,63	-59,15	0,99
3. Insumos y servicios	491,08	462,82	- 5,75	0,90
a. Semilla	78,72	60,00	-23,78	-
b. Plaguicidas	27,38	18,32	-33,03	-
c. Herbicidas	109,72	110,71	0,90	-
d. Fertilizantes	66,11	63,13	- 4,50	-
e. Servicios	209,15	210,66	0,43	-
4. Intereses y deprec. ^{2/}	60,88	56,33	- 7,47	
5. Costos variables totales	568,19	525,78	- 7,46	0,95
COSTOS FIJOS				
6. Uso de la tierra ^{3/}	50,00	50,00	0,00	-
7. Costos totales (5 + 6)	618,19	575,78	- 6,87	0,95
INGRESOS				
8. Rend. de arroz kg ha ⁻¹	3 134,09	3 684,66	17,56	-
9. Ingreso total (por arroz)	749,33	880,32	17,48	-
10. Margen bruto (9-5)	181,15	354,54	95,71	0,95
11. Ingreso comunal (9-5 + 2) ^{4/}	197,38	361,17	82,98	0,95
12. Ingreso neto (9-7)	131,15	304,54	132,20	0,95

^{1/} Promedios de las 18 fincas incluidas en la V/T

^{2/} 12 % de los costos de insumos, servicios y mano de obra

^{3/} Valor estimado de arriendo del terreno durante el período de producción

^{4/} Bajo el supuesto de que no se importa mano de obra al área.

^{5/} N. de S. = Nivel de significancia.

La variabilidad en el comportamiento de los rendimientos de arroz, se muestra en la Figura 18, en la que se observa que los rendimientos del arroz en la alternativa son ligeramente

menos variables que en la práctica del agricultor, pues parece existir un menor grado de riesgo, por eso el rendimiento de la innovación fue superior al del comparador en la mayoría de los casos.

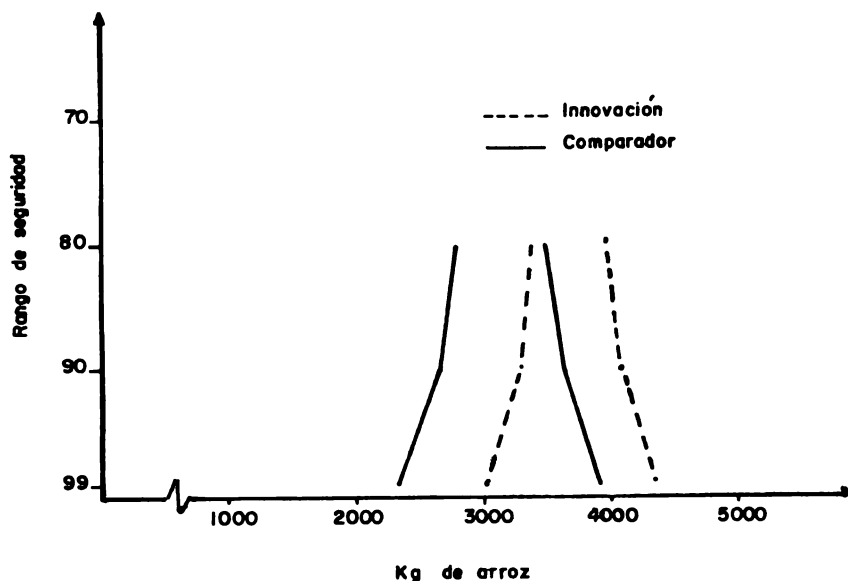


Figura 18. Intervalos de confianza para el rendimiento de arroz, sistema productivo arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

La medida de la estabilidad de un sistema de producción, permite en cierto modo evaluar su viabilidad económica, sobre todo cuando se trata de dos tecnologías cuyo comportamiento es parecido. Aunque la variabilidad en términos absolutos es semejante (Fig. 19), sin embargo, en todos los casos, la alternativa tiene retornos positivos y la innovación varía de pérdidas a ganancias.

Adicionalmente, al analizar la factibilidad técnico-agronómica de la alternativa, se identificaron en el área de Progreso tres subáreas climáticas y dos clases de suelo más importantes. Es interesante observar en este caso, la estabilidad que tuvieron las dos tecnologías (comparador e innovación), desde el punto de vista del beneficio neto, en estas diferentes condiciones físicas.

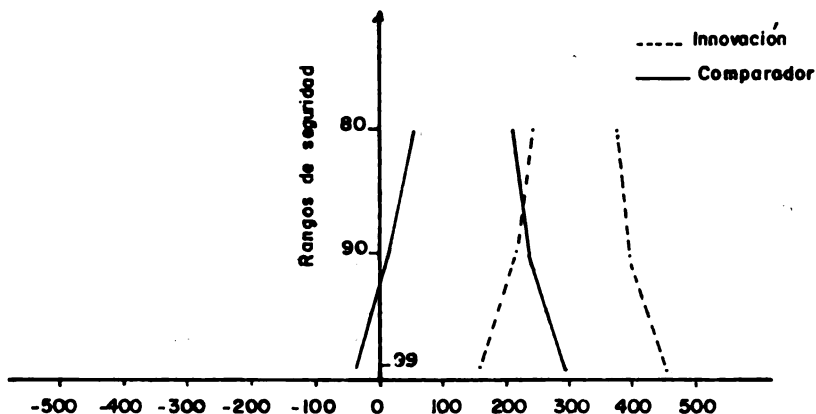


Figura 19. Intervalos de confianza para el ingreso neto, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Los datos del Cuadro 36, demuestran que la práctica tradicional, adolece no solamente de acentuada inestabilidad sino aún de falta de adaptación en la parte central del área, que es la más importante por la extensión que ocupa el cultivo de arroz, de igual manera pero no tan limitada, se presenta en los suelos franco limosos. Tiene un aceptable comportamiento en la parte norte, en donde es mejor que la alternativa, pero allí se cultiva menos superficie con arroz.

Cuadro 36. Beneficio neto en \$ ha⁻¹ por subárea climática y clase de suelo, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Tecnología	Subáreas climáticas			Clases de suelos	
	norte	centro	sur	Franco-limoso	Franco-arenoso
Innovación	157,80	331,06	366,99	318,27	276,87
Comparador	229,61	-26,25	275,37	103,46	186,40
$\Delta \%$ 1/	-31,27	1 361,18	33,27	207,62	48,53
Nº de parcelas	4,00	8,00	6,00	12,00	6,00

1/ $\Delta \%$ = Diferencia porcentual.

La bondad de la alternativa se manifestó justamente en las dos subáreas climáticas más importantes, la del centro y la del sur y en el grupo de suelo franco limoso, que también es el más importante (70 % de la superficie), los aumentos notorios en el beneficio neto en estas dos situaciones, confirman la estabilidad y la ventaja que representa económicamente la práctica de manejo mejorada.

En general la alternativa fue significativamente superior, en cuanto al margen bruto, ingreso comunal e ingreso neto (Cuadro 35).

Riesgo

Quando un agricultor utiliza un sistema de producción, existe la probabilidad de que obtenga un retorno económico negativo, o sea una pérdida económica. Esta probabilidad es conocida como riesgo y se debe a que los agricultores enfrentan dos clases de conocimiento imperfecto:

- a) Incertidumbre en los rendimientos, ello se refiere al hecho de que un agricultor no puede predecir con certeza los rendimientos unitarios que recibirá de la combinación de determinadas cantidades de insumos en la producción de un sistema. La incertidumbre en los rendimientos se debe a la variación de las condiciones fuera de control del agricultor, y
- b) conocimiento imperfecto respecto a las condiciones de los mercados, de los insumos y los productos. Los cambios en la oferta y la demanda de insumos y productos y los cambios de tecnología, pueden alterar la combinación más beneficiosa para la producción. Por eso los agricultores, cuando hacen planes de producción, utilizan sistemas de producción cuya tecnología conocen, porque intuyen los cambios que pueden presentarse respecto a esa actividad y son renuentes a emprender programas productivos con tecnologías nuevas.

Una de las medidas de este riesgo es la probabilidad de que se incurra en pérdida, y otra es el valor monetario de esa pérdida. El producto de las dos da como resultado la "probabilidad de pérdida" al utilizar el sistema. Con estas estimaciones se pretende tener una medida de comparación de las tecnologías estudiadas en cuanto al riesgo que pueden presentar, porque la tendencia racional es la de preferir aquellos sistemas con menos incertidumbre y con menos riesgo respecto a su beneficio económico.

En el Cuadro 37, se observan algunos elementos de comparación relativos al riesgo económico de las tecnologías estudiadas en Progreso.

Cuadro 37. Indicadores de riesgo de las dos tecnologías, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Elemento de comportamiento	Tecnología	
	Comparador	Innovación
Probabilidad de pérdida:		
- Igual a cero	0,49	0,06
- Mayor de \$ 100 ha ⁻¹	0,23	0,02
Probabilidad de ganancia neta:		
Al menos de \$ 100 ha ⁻¹	0,44	0,83
Ganancia neta esperada (\$ ha ⁻¹)	66,20	271,35
Desviación estandar (\$ ha ⁻¹)	277,18	174,83

Tomando en cuenta la variación de los rendimientos, de los precios de los productos y de los costos de los insumos, la probabilidad (Cuadro 37) de que los agricultores, al usar el sistema mejorado, incurran en pérdida económica es de 0,06, muy inferior a la del sistema tradicional que es de 0,49. También se observa que la probabilidad de perder una cantidad mayor a los \$ 100 ha⁻¹ es de 0,02 en el sistema alterno y de 0,23 en el comparador. Además, la alternativa promete una probabilidad de 0,83 de entregar un beneficio neto de por lo menos \$ 100 ha⁻¹. En cambio, la probabilidad de la tecnología del agricultor para obtener ese nivel de ganancia, es solamente de 0,44.

Adicionalmente, si el agricultor utiliza por varios años la tecnología mejorada, la ganancia neta promedio que esperaría es de \$ 271,35 ha⁻¹, en contraste, el sistema tradicional muestra un promedio de \$ 66,20 ha⁻¹.

Los razonamientos anteriores demuestran, con datos significativos, que la alternativa tecnológica propuesta es mucho menos riesgosa que la tecnología del agricultor.

Eficiencia en el uso de recursos

Dado que los agricultores no tienen un conocimiento perfecto de las relaciones insumo-producto, se asume que al utilizar un sistema de producción combinan los recursos en una forma particular, de allí que dos sistemas de producción pueden ser diferentes y a pesar de ello, pueden utilizar los mismos recursos para obtener un mismo producto. Las diferencias se deben a que la tecnología, y por ende la forma de utilizar los medios de producción, no es la misma.

En este contexto, es necesario hacer una evaluación de la eficiencia con que se emplearon esos recursos, analizando por

separado el comportamiento de los dos sistemas de producción, evaluación que implícitamente involucra aspectos técnicos y económicos.

Los recursos tierra, mano de obra y capital efectivo, son comúnmente los más escasos, de tal manera que las variables que indiquen su comportamiento, dan una medida de la eficiencia en el uso de los mismos.

Los análisis de los resultados obtenidos en Progreso, indican claramente (Cuadro 38), que la alternativa ofrece mejores retornos al uso de los medios de producción, ya que todos los indicadores económicos obtenidos para esta tecnología, son significativamente superiores a los calculados para la práctica del agricultor.

Así, el ingreso neto obtenido con la innovación (\$ 304,54) es 2,3 veces mayor que el del comparador (\$ 131,15). También, la relación costo/beneficio fue favorable a la alternativa y además, el uso de capital en insumos fue más eficiente.

Las retribuciones obtenidas sobre la mano de obra y sobre la tierra, no solamente son superiores al valor de la unidad de estos factores en el área (\$ 5 por jornal y \$ 50 ha⁻¹ de arriendo), sino que demuestran otra vez la bondad de la alternativa.

Cuadro 38. Índices de eficiencia en el uso de recursos, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Índices de comportamiento	Sistemas		N. de S. ^{1/}
	Comparador	Innovación	
Ingreso neto (\$ ha ⁻¹)	131,15	304,54	0,95
Relación costo/beneficio ^{2/}	0,92	0,77	0,95
Retorno neto a la inversión en insumos	0,37	0,77	0,95
Retorno por jornal (\$ jornal ⁻¹)	14,75	45,07	0,99
Retorno sobre la tierra (\$ ha ⁻¹)	232,02	410,87	0,95

^{1/} N. de S. = Nivel de significancia

^{2/} Dólares utilizados para obtener un dólar de ingreso neto

Finalmente, en el Cuadro 39, se observa en forma comparativa, la frecuencia con que las dos tecnologías se superaron mutuamente en los diferentes parámetros de comportamiento.

Cuadro 39. Indicadores de comportamiento relativo de las dos tecnologías, sistema de producción arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Indicador de comportamiento	Veces en que supera	
	Comparador	Innovación
Más rendimiento de arroz (kg ha ⁻¹)	6	12
Más mano de obra (jornales ha ⁻¹)	14	3
Menor costo en insumos (\$ ha ⁻¹)	5	13
Menores costos variables (\$ ha ⁻¹)	5	13
Mayor ingreso neto (\$ ha ⁻¹)	4	14
Mayor margen bruto (\$ ha ⁻¹)	4	14
Mayor ingreso comunal (\$ ha ⁻¹)	4	14
Mejor relación beneficio/costo	5	13
Mayor retribución por dólar en insumos	5	13
Mayor retribución por jornal	4	14
Mayor retribución a la tierra	4	14

Situación de los agricultores frente a la alternativa

Para evaluar la reacción de los agricultores frente a los cambios propuestos en la opción, en comparación con su práctica tradicional y además, para conocer si las condiciones actuales de los productores permitirían predecir la potencial adopción de la nueva tecnología, fue necesario recabar información periódicamente durante el ciclo de cultivo, luego de que transcurrió un tiempo prudencial de haber realizado cada una de las prácticas recomendadas.

Los resultados de este ejercicio, se resumen en el Cuadro 40, en donde los datos referentes a la tecnología del productor, indican que solamente la mitad de ellos (0,48) la consideran buena, siendo los aspectos más débiles de su trabajo la semilla que utilizan, la fertilización inicial y el combate de malezas, pues la mayoría (0,79) estima que su tecnología puede mejorarse, porque los cambios propuestos no son difíciles de poner en práctica.

En general los productores de Progreso usan poca mano de obra en la producción de arroz, debido a que lo hacen casi en su totalidad en forma mecanizada. Sin embargo, opinaron que estarían dispuestos (0,92) a usar este recurso en la nueva práctica de producción, porque inclusive disminuye los costos en este aspecto.

Cuadro 40. Opinión proporcional de los veinte agricultores que probaron la alternativa, sobre los cambios propuestos en los componentes técnicos del sistema arroz monocultivo. Progreso, Panamá. 1983.

Opinión del agricultor	Proporción por componente técnico $\frac{1}{2}$						\bar{X}
	A	B	C	D	E	F	
SOBRE SU TECNOLOGIA							
1. Es buena	0,30	0,30	0,50	0,40	0,70	0,70	0,48
2. Puede mejorarse	1,00	1,00	0,85	0,90	0,50	0,50	0,79
3. Es difícil el cambio propuesto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,01
SOBRE LA MANO DE OBRA							
4. Usa mano de obra familiar	0,25	0,25	0,20	0,20	0,20	0,15	0,21
5. Usa mano de obra contratada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Usa ambas	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,85	0,79
7. Tiene mano de obra para la propuesta	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	0,90	0,92
8. Disminuye el costo	0,50	0,90	0,40	0,90	0,00	0,00	0,45
SOBRE RECURSOS DE CAPITAL							
9. Tiene recursos	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,50	0,61
10. Propios	0,20	0,20	0,10	0,30	0,00	0,00	0,13
11. Del banco	0,60	0,70	0,80	0,60	0,85	0,85	0,73
12. Otros	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
SOBRE INSUMOS PARA LA PROPUESTA							
13. Consigue el insumo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14. Lo conocía	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96
15. Sabe donde comprarlo	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96
16. Lo hay en el mercado local	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91
17. Tiene problemas para hacerlo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18. Usa menos insumo	0,55	0,55	0,45	0,20	0,05	0,00	0,30
19. Disminuye el costo	0,30	0,90	0,50	0,60	0,05	0,00	0,37
20. El costo no es problema	0,95	0,95	0,80	0,85	0,80	0,30	0,77
SOBRE MAQUINARIA							
	$\frac{2}{G}$						
21. La propuesta usa maquinaria	0,87						0,87
22. Tiene propia	0,78						0,78
23. La alquila	0,18						0,18
24. La consigue	0,18						0,18
25. Puede pagarla	0,18						0,18

Continúa

Continuación Cuadro 40.

CARACTERISTICAS DE LA ALTERNATIVA H ^{3/}

26. Aumenta la producción	0,75	0,75
27. Tiene cambios en la forma	0,00	0,00
28. Tiene cambios en los productos	0,64	0,64
29. Tiene ventajas	0,71	0,71
30. Tiene desventajas	0,35	0,35
31. Usaría la alterantiva	0,95	0,95
32. No tendría problemas para usarla	0,70	0,70

1/ A = Semilla, B = Fertilización a la siembra, C = Primer combate de malezas
D = Segundo combate de malezas, E = Primera fertilización nitrogenada,
F = Segunda fertilización nitrogenada.

2/ G = Uso de maquinaria

3/ H = Características de la alternativa.

Respecto a los recursos de capital, más de la mitad de los productores (0,61), indicaron que pueden disponer de ellos, provenientes en su mayoría (0,73) de los créditos bancarios.

Al recabar información sobre los insumos necesarios para la propuesta, casi la totalidad de los agricultores que participan en la prueba de validación coincidieron en que, podían conseguirlos, que los conocían, que sabían donde comprarlos y que existían en el mercado local. A su vez, indicaron que no tenían problemas para transportarlos al área de trabajo. Así mismo, un tercio de los productores reconocieron que la nueva tecnología usaba menos insumos y que por lo tanto disminuía los costos.

En Progreso es común el uso de maquinaria para el cultivo de arroz, en este aspecto existe la ventaja en esa área de que la mayoría de las fincas (0,78) poseen maquinaria propia y los productores que no la tienen, están convencidos de que no les será difícil obtener este servicio en el caso de que adopten la opción tecnológica.

Finalmente, al ser requeridos los agricultores sobre varias características de la alternativa, más de la mitad estuvieron de acuerdo en que produce más que su tecnología, que prácticamente no tiene cambios en la forma de manejo de los componentes, pero que sí introducía cambios en los productos a usarse. Más de la mitad encontraron ventajas en ella y unos pocos dijeron que más bien era desventajosa para ellos. La mayoría (0,95) se sintieron atraídos a ponerla en práctica, para lo cual estimaban que no tendrían mayores problemas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos y el análisis de los mismos, han permitido verificar en forma minuciosa, el comportamiento técnico-económico de la alternativa tecnológica, para el sistema de producción arroz de secano monocultivo en Progreso. Tal conocimiento, proporcionó las bases suficientes para obtener entre otras, estas conclusiones y recomendaciones:

- Hay suficiente grado de confiabilidad en que la innovación funcione adecuadamente, en cuanto a su rendimiento y otros aspectos de carácter biológico, cuando es manejada por el agricultor bajo sus condiciones agroclimáticas. Su factibilidad técnico-agronómica condujo a la obtención de rendimientos de arroz superiores a los del comparador en el 66 % de las parcelas validadas, con un rendimiento de $3\ 684\ \text{kg ha}^{-1}$, ($81\ \text{qq ha}^{-1}$).
- Es dable concluir que la alternativa es económicamente factible, porque los agricultores disponen de la cantidad y calidad de recursos que ella requiere, y porque su uso implica cambios tecnológicos que pueden ser manejados por los productores. Además, los requerimientos de mano de obra y capital son bastante semejantes en las dos tecnologías.
- La superioridad de la alternativa en cuanto al margen bruto, ingreso comunal e ingreso neto y el grado de estabilidad de la misma a través del área, permiten concluir que es económicamente viable.
- Se ha demostrado con datos significativos que la alternativa propuesta es mucho menos riesgosa que la tecnología del agricultor.
- Adicionalmente, los indicadores económicos obtenidos para la alternativa, demostraron que ésta es más eficiente en el uso de los medios de producción.

De acuerdo con los resultados obtenidos y para que la alternativa propuesta brinde los beneficios esperados, es recomendable que se realice un esfuerzo consistente y metódico de transferencia de los diferentes componentes tecnológicos del cultivo.

Desde luego, para que esta transferencia sea eficiente, es de esperarse que haya una contribución institucional que proporcione apoyo suficiente y oportuno a los medios de producción (capital, insumos y servicios), a fin de que los productores puedan cumplir, en forma lo más estrictamente posible, con sus programas de producción, habida cuenta, que el desfase frecuente de las labores culturales en el arroz, han dado como resultado en el área, no solamente bajos rendimientos sino aun pérdidas.

Obviamente, la campaña de capacitación de los agricultores, para que adopten las modificaciones a los componentes de manejo, deberá ser paulatina a medida que se vayan dando las diferentes fases de desarrollo del cultivo, poniendo especial énfasis en la época de siembra, cuyo período se alarga mucho en Progreso con los consiguientes efectos negativos, en el tipo de semilla a usarse, en la época y dosis de fertilización de acuerdo con el tipo de suelo, y en el combate oportuno y correcto de las malezas. Este último aspecto, es del cual tiene menos conocimiento el agricultor, siendo uno de los más críticos en la producción de arroz.

Consideraciones de este tipo y la información que contiene este documento, ayudarán a implementar una adecuada campaña de transferencia, para poner en práctica la innovación tecnológica que mejore la productividad y producción del arroz en el área de Progreso.

BIBLIOGRAFIA

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

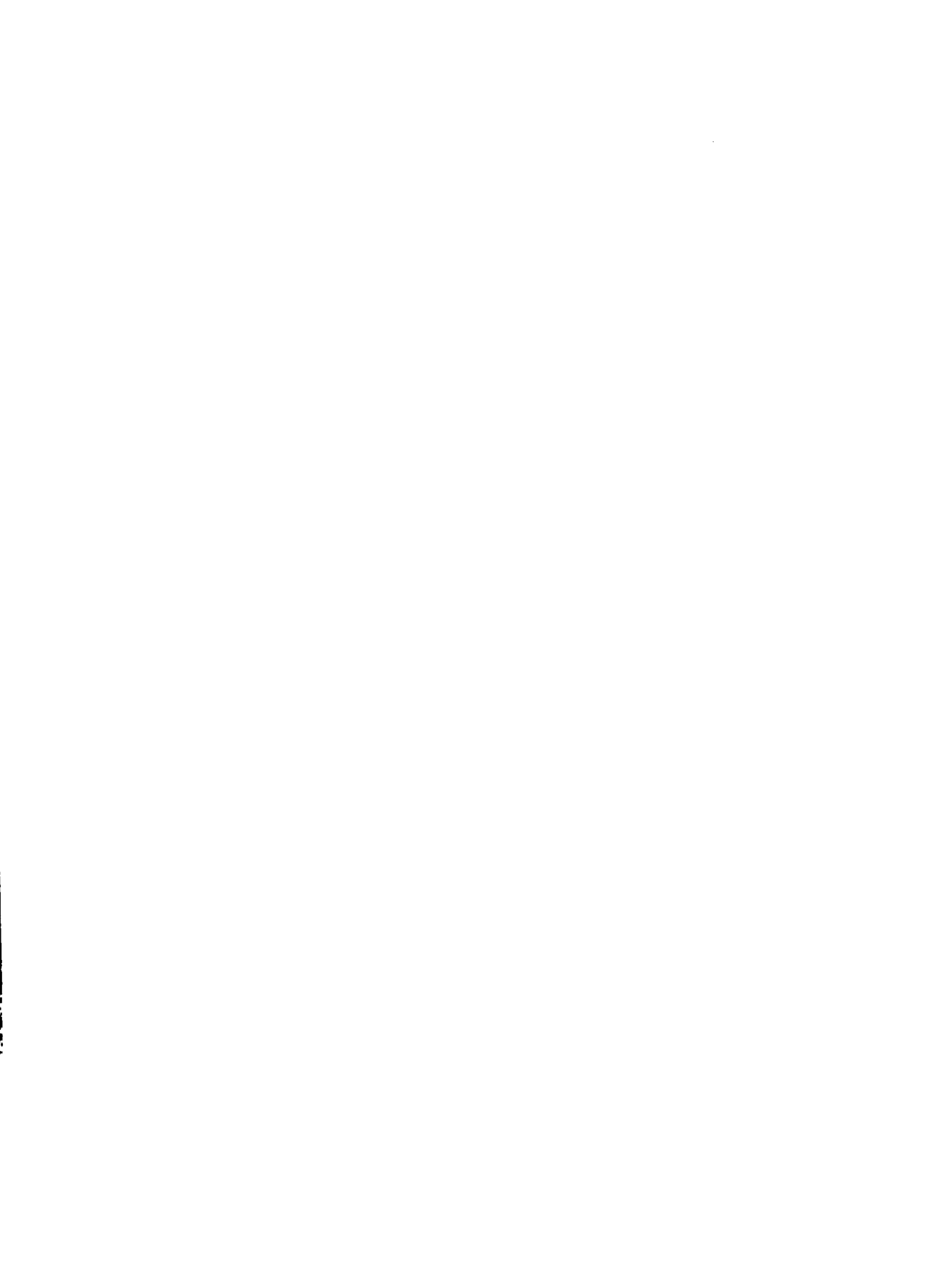


BIBLIOGRAFIA

- BEJARANO, W.; NAVARRO, M y CARMONA, D. 1982. Comportamiento del sistema de cultivo arroz-sorgo bajo el control de malezas, insectos, fertilización y variedad en Progreso. In Reunión anual del PCCMCA (28ª 1982. Costa Rica) Memoria. San José, C.R. 17 p.
- _____. y CUELLAR, M. 1983. Sistemas de producción de cultivos: metodología de evaluación dinámica durante un año agrícola. Turrialba, C.R. CATIE. 25 p.
- _____. y SHANNON, P. 1983. Investigación en sistemas de producción de cultivos: un bosquejo de la metodología utilizada en Panamá. Turrialba, C.R. CATIE. 14 p.
- BURGOS, C. 1979. Introducción al enfoque de sistemas, metodología de investigación para desarrollar tecnologías agrícolas. Turrialba, C.R. CATIE. 16 p.
- BYERLEE, D.; HARRINGTON, L. and WINKELMAN, D. 1982. Farming systems Research: Issues in Research Strategy and Technology Desing. Am. Jour. of Agr. Econ. Vol 64., nº 5 897-904.
- CAMARGO, I.; NAVARRO, M. et al. 1983. Logros de la investigación en control de malezas en arroz de secano. Progreso, Panamá. In Reunión Anual del PCCMCA (29ª. 1983. Panamá) Memoria. Pan. 17 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1979. Guía de Procedimientos. Proyecto CATIE/ROCAP. Turrialba, C.R. CATIE. 160 p.
- _____. 1985. Caracterización ambiental y de los principales sistemas de cultivos en fincas pequeñas. Progreso, Panamá. Proyecto SIPRO-CATIE-ROCAP. 203 p. (Serie técnica, Informe técnico nº 57).
- CUELLAR, M.; SARMIENTO, M.; BEJARANO, W. et al. 1980. Diagnóstico de pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias en tres áreas de Panamá. (Aserrió de Gariché, Progreso y Guarumal). Pan. IDIAP. 115 p.
- DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. 1978. Metodología de investigación de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigaciones en invernadero. Turrialba, C.R. CATIE. 62 p.

- GONZALEZ, E. 1984. Estudio de la fertilización del sistema de monocultivo de arroz de secano con nitrógeno y fósforo en el área de Progreso, Chiriquí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 116 p.
- GUZMAN, G. y BEJARANO, W. 1984. Caracterización climática de Progreso, Barú, Chiriquí. Turrialba, C.R. CATIE. 30 p.
- MATHEWS, E.D.; GUZMAN, L.E. y HANSEN, E.D. 1960. Clasificación agrícola, capacidad de las tierras y agricultura del sudoeste de la provincia de Chiriquí. Pan. Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias. 135 p.
- MORENO, R. 1984. Breve presentación de una metodología para desarrollar mejor tecnología con pequeños productores. Turrialba, C.R. CATIE. 23 p.
- NAVARRO, M.; CARMONA, D. *et al.* 1982a. Evaluación de variedades comerciales de arroz en Progreso, Panamá. In Reunión Anual del PCCMCA. (28^a. 1982, Costa Rica) Memoria. 1982. San José, C.R. 9 p.
- NAVARRO, M.; SHANNON, P. *et al.* 1982b. El uso de agroquímicos en arroz: resultados preliminares de una encuesta realizada en Progreso, Panamá. In Reunión Anual del PCCMCA (28^a. 1982. Costa Rica). Memoria. 1982. San José, C.R. 34 p.
- NAVARRO, L. 1979. Una metodología general de investigación agrícola aplicada basada en el enfoque de sistemas. Turrialba, C.R. CATIE. 23 p. (mimeograf.).
- _____. 1983a. Validación/transferencia de tecnologías agrícolas y la extensión agrícola. Turrialba, C.R. CATIE. 10 p. (mimeograf.).
- _____. 1983b. Validación/transferencia de opciones tecnológicas mejoradas para agricultores de una área definida. Turrialba, C.R. CATIE. 19 p. (mimeograf.).
- _____. 1983c. Evaluación de resultados de Validación/transferencia en el desarrollo de tecnologías agrícolas para áreas específicas. Turrialba, C.R. CATIE. 105 p.
- PETERSEN, R.G. 1976. Experimental designs for agricultural research in developmet areas. Oregon State University. 173 p.
- TURRENT, A. 1980. Evidencia sobre la necesidad de desarrollar una investigación tecnológica multifactorial integrada, para agricultura de temporal. Colegio de postgraduados, Chapingo. Mex. 31 p.

ZANDSTRA, H.; SWANBERG, K.; ZULBERTI, C. y NESTEL, B. 1979. Caqueza: experiencias en desarrollo rural. Bogotá, Col. CIID. 386 p.



EDITOR

Tomás Saraví A.

EDITOR ASISTENTE

Ely Rodríguez A.

MECANOGRAFIA

Rose Mary Garro Z.

DIBUJOS

Andrés Núñez P.

DISEÑO Y ARTES

Héctor Chavarría M.

Mauricio Argueta R.

MONTAJE E IMPRESION

Litografía e Imprenta GRAFO-PRINT S.A.
San José, Costa Rica

PUBLICACION DEL CATIE

Edición de 250 ejemplares
Turrialba, Costa Rica, Setiembre de 1986

DATE DUE

~~20 JUL 1988~~

~~16 SET 1988~~

~~14 SEP 1990~~

CATIE	
ST	76761
IT-84	ALTERNATIVA PARA EL
Autor	
	MANEJO DEL SISTEMA
Título	
	ARROZ-SORGO. PROGRESO...
Fecha Devolución	Nombre del solicitante

~~20 JUL 1988~~

~~16 SET 1988~~

~~14 SEP 1990~~

[Handwritten signature]
DEVUELTO
E. S. S. J. E. L.

76761

100
100



DATE DUE

~~20 JUL. 1988~~

~~16 SET. 1988~~

~~14 SEP 1990~~

CATIE
ST

76761

IT-84

ALTERNATIVA PARA EL

Autor

MANEJO DEL SISTEMA

Título

ARROZ-SORGO. PROGRESO...

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

~~20 JUL. 1988~~

~~16 SET. 1988~~

~~14 SEP 1990~~

[Handwritten signatures and initials over the table]

76761

12
13
14



DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

