

CATIE
ST
IT-58

SISTEMAS DE CULTIVOS

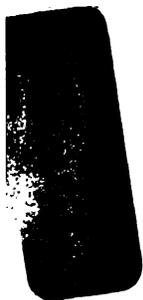
DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS
Estelí, Nicaragua 1978-1984



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



0514





SERIE TECNICA

Informe Técnico N° 58

✓
SISTEMAS DE CULTIVOS
Diseño y evaluación de alternativas

Estelí, Nicaragua 1978-1984

La preparación y publicación de este documento ha sido financiada con fondos del CIID, mediante el Proyecto de Investigación en Sistemas de Producción. Estelí, Nicaragua.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Producción Vegetal

1985

ST
17-58

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.



©

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 1985

ISBN 9977-951-55-1

631.58097285

C397 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal
Sistemas de cultivos : diseño y evaluación de alternativas : Estelí, Nicaragua 1978-1984 / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal. -- Turrialba, Costa Rica : CATIE, 1985

83 p. ; 25 cm. -- (Serie Técnica. Informe Técnico / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza ; no. 58)

ISBN 9977-951-55-1

- 1. Nicaragua - Estelí - Sistemas de cultivos
- 2. Agricultura - Managua - Estelí I. Título
- II. Serie

AGRINTER F27 G360

CONTENIDO

Página N^o

| | | |
|---------------|--|-----|
| PROLOGO | | vii |
| CAPITULO I. | INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO II. | ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1978 | 5 |
| | Diagnóstico en Estelf | 7 |
| | Marco geográfico | 7 |
| | Fisiografía | 7 |
| | Suelos | 9 |
| | Clima | 9 |
| | Características socioeconómicas | 9 |
| | Sistemas de explotación | 12 |
| | DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS, 1978 | 12 |
| CAPITULO III. | DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS EN 1979 | 15 |
| CAPITULO IV. | DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS EN 1980 | 19 |
| | RESULTADOS OBTENIDOS | 22 |
| | TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA | 23 |
| CAPITULO V. | ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1981 | 25 |
| | ZONA ALTA | 27 |
| | Resultados de los ensayos en la zona alta | 27 |
| | ZONA MEDIA | 29 |
| | Resultados de los ensayos en la zona media | 30 |
| | ZONA BAJA | 32 |
| | Resultados de los ensayos en la zona baja | 32 |
| CAPITULO VI. | ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1982 | 33 |
| | Limitaciones | 35 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 52 |
| | TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA | 56 |
| CAPITULO VII. | ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1983-1984 ... | 59 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 65 |

| | |
|---|----|
| CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 77 |
| BIBLIOGRAFIA | 81 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro N ^o | Página N ^o |
|-----------------------|--|
| 1 | Características agronómicas de dos variedades de maíz bajo seis niveles de fertilización con N y P durante la primera. En las Animas y La Trinidad, Estelí, Nicaragua, 1982 37 |
| 2 | Costos, ingresos y beneficio/costo para dos tecnologías en el sistema maíz-frijol en relevo. Promedios de cinco localidades. Estelí, Nicaragua, 1982 40 |
| 3 | Descripción de ocho sistemas de cultivos con frijol, linaza y sorgo evaluados en Santa Cruz, Estelí, 1982 41 |
| 4 | Rendimiento e ingreso total por cultivo y época en ocho sistemas con frijol, linaza y sorgo. Santa Cruz, Estelí. 1982 43 |
| 5 | Promedios de rendimientos en kg ha ⁻¹ para frijol monocultivo bajo tres tecnologías de manejo durante la primera y postrera. Estelí, Nicaragua, 1982 46 |
| 6 | Características agronómicas del frijol a diferentes niveles de N-P y K durante la época de postrera. Santa Rosa, Condega, Estelí, 1982 48 |
| 7 | Características agronómicas del cultivo de frijol en la evaluación de tres fungicidas y dos épocas de aplicaciones en el control de enfermedades durante la época de primera. El Guapinol, Pueblo Nuevo, Estelí, 1982 51 |
| 8 | Altura y número de hojas por planta en henequén (<i>Agave</i> sp) con diez niveles de fertilización. La Caña, La Trinidad, Estelí, 1982 53 |
| 9 | Rendimiento de maíz en nueve tratamientos con niveles de fertilidad en dos variedades. Las Animas y Santa Teresa. Estelí, 1983 63 |

| | | |
|----|---|----|
| 10 | Efecto de los rendimientos de maíz causados por niveles de fertilización y variedad; promedio de dos localidades, Estelf, 1983.... | 64 |
| 11 | Descripción de nueve tecnologías de manejo evaluadas en el sistema maíz con frijol en relevo en seis localidades. Estelf, 1983 | 67 |
| 12 | Características agronómicas del maíz evaluado en el sistema maíz con frijol en relevo bajo nueve tecnologías de manejo, promedios de seis localidades. Estelf, 1983 | 68 |
| 13 | Análisis económico para nueve tecnologías en el sistema maíz con frijol en relevo, evaluadas en seis localidades. Estelf, 1983. | 69 |
| 14 | Promedios de rendimiento en kg ha ⁻¹ para frijol monocultivo bajo tres tecnologías de manejo durante la época de primera y postre- ra. Estelf, 1983 | 71 |
| 15 | Rendimiento de tres tecnologías de manejo y sus combinaciones en el sistema frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) monocultivo, época de primera. Estelf, 1983 | 72 |
| 16 | Rendimiento de tres tecnologías de manejo y sus combinaciones en el sistema frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) monocultivo en la época de postrera. Estelf, 1983 | 72 |

INDICE DE FIGURAS

| <u>Figura N°</u> | | <u>Página N°</u> |
|------------------|--|------------------|
| 1 | Localización del área de estudio, Estelf, Nicaragua | 8 |
| 2 | Localización de los órdenes de suelos en la subregión de Estelf, Nicaragua | 10 |
| 3 | Mapa de isoyetas en la subregión de Estelf, Nicaragua | 11 |
| 4 | Líneas de tenencia que muestran la intera- ción de control de malezas por control de enfermedades y fertilización | 47 |
| 5 | Respuesta del frijol a cuatro niveles de N y cinco niveles de P ₂ O ₅ evaluadas en Sabana Grande, Condega, Estelf, Nicaragua, 1982 | 50 |



PROLOGO

Este informe cumple con uno de los requerimientos establecidos en el Memorándum de Condiciones para la Concesión de una Subvención al CATIE por el CIID para realizar el proyecto de investigación en sistemas de producción en Nicaragua (3-P-80-0114), en cuanto a la elaboración y presentación de un informe narrativo final.

El informe ha sido preparado con base en los datos de ejecución e informes anuales técnicos presentados por los técnicos, quienes realizaron el trabajo en la subregión de Estelí en Nicaragua.

El documento ha sido organizado en ocho capítulos que atienden a la secuencia seguida por el Proyecto y que incluye la primera fase de este proyecto (3-P-77-0085). En el primer capítulo se presentan la justificación y la estrategia general de investigación.

El capítulo segundo describe el área de trabajo en lo que concierne a su ubicación geográfica, clima, características socioeconómicas, sistemas de producción y los sistemas diseñados y evaluados como alternativas del sistema del agricultor en 1978. También, se resume el resultado de pruebas de variedades de maíz y frijol. En el capítulo tercero se presentan los resultados mas importantes obtenidos en la fase de diseño y evaluación de alternativas en el año 1979.

El capítulo cuarto reúne los principales resultados del diseño y evaluación de alternativas en 1980. Durante este año se investigó con cultivos anuales para diversificar la producción en el área. Las evaluaciones incluyeron aspectos de agroeconomía y material genético nuevo. También, se describen los logros de la actividad de transferencia de tecnología.

En el capítulo quinto se describe los resultados obtenidos de la investigación realizada en 1981 en las zonas alta, media y baja de la región. Las investigaciones durante este año se dirigieron a estudios de componentes

tales como: variedades, uso de herbicidas, dosis de nutrimentos y combate de enfermedades.

El capítulo sexto corresponde a la investigación realizada en el año agrícola de 1982 a 1983. Los resultados presentados en este aparte del informe incluyen análisis económicos para la mayoría de los sistemas de cultivo estudiados. Este capítulo termina con apartes que resumen logros relacionados con: conclusiones y recomendaciones, transferencia de tecnología, aspectos de coordinación y apoyo, así como aspectos de capacitación de personal.

El capítulo séptimo está dedicado al resumen de los logros más importantes durante el año agrícola 1983 a 1984, que tuvieron como meta afinar opciones de los sistemas existentes en cuanto a algunos componentes.

El informe concluye con un capítulo dedicado a presentar las conclusiones y recomendaciones más importantes que pueden extractarse del trabajo de seis años y que se consideran útiles para el diseño y planteamiento de trabajos futuros.

Al final de informe se incluye la lista de los documentos que proporcionaron los datos para elaborar el presente informe narrativo. Mayores detalles sobre aspectos técnicos pueden encontrarse en los informes anuales correspondientes.

Debe señalarse que la brevedad requerida de este informe, para presentar en síntesis las actividades y resultados del proyecto cuya duración fue de seis años, ha obligado a que se presente lo más significativo. Se ha dejado a un lado muchos detalles de ejecución del proyecto, así como información detallada sobre experiencias locales.

El material utilizado para la preparación de este informe fue producido y escrito por el equipo técnico con sede en Esteli, Nicaragua bajo la supervisión del Ingeniero Agrónomo y M.S. Anibal Palencia y el Dr. Roberto

Arias Milla, coordinadores de las actividades del proyecto en Nicaragua para la primera y segunda fase, respectivamente. La experimentación en el campo, recopilación y análisis de la información básica fue realizada por: el Ingeniero Agrónomo Orlando Moncada Sandoval, Señor Sergio Corrales Blandón y Douglas José Rodríguez Rodríguez, todos ellos de nacionalidad nicaraguense, quienes fueron contratados por CATIE para ejecutar el proyecto bajo la supervisión de los coordinadores antes mencionados. Por parte de la institución nacional, Dirección General de Técnicas Agropecuarias (DGTA), participó en la investigación de la segunda fase el Ingeniero Agrónomo nicaraguense Juan José Tercero. La selección de textos y la redacción final del informe estuvieron a cargo del Dr. José Calvo, técnico contratado por CATIE para esta labor, con la colaboración del Biólogo Ely Rodríguez A. del Departamento de Producción Vegetal, sobre todo en la revisión editorial de la versión final del documento; y del Lic. Héctor Chavarría en el diseño y artes.

A todas las personas mencionadas, y de manera especial a los agricultores de la subregión de Estelí, se les agradece su participación y valiosa colaboración en los trabajos de campo como en la preparación del informe.

Dr. Romeo Martínez R.

Jefe

Departamento Producción Vegetal



Centro de Documentación e Investigación
Tortuga

24 ENE 1983

C I D I A
Tortuga, Costa Rica

1 INTRODUCCION





La baja productividad observada entre los pequeños productores de la región interior central de Nicaragua, motivó el interés de CATIE por desarrollar allí actividades tendientes a crear alternativas de producción que mejoraran la eficiencia de los agricultores.

La región interior central es una zona montañosa del norte central de Nicaragua con una alta concentración de pequeños agricultores dedicados a la producción de cultivos alimenticios. Este trabajo se llevó a cabo en la subregión de Estelí, ubicada en el sector occidental de la región en una extensión de 2 404 km².

El documento se basa en los informes de labores realizadas en Nicaragua por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (DGTA) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA), de abril de 1978 a diciembre de 1983, por medio de los Proyectos de INTA-CATIE-CIID; INTA-DGTA: INTA-INVIerno: PROCAMPO: y CATIE.

La función principal de CATIE es realizar, promover y estimular la investigación y el adiestramiento a distintos niveles en las ramas agrícola, forestal y ganadera de América Central. Los proyectos de investigación del Programa de Cultivos Anuales están orientados al estudio de las condiciones ecológicas y socioeconómicas que determinan los sistemas de producción existentes, para producir alternativas al alcance del pequeño productor.

El Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria (INTA) que desde octubre de 1983 pasó a ser la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (DGTA) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA), es responsable de la investigación agropecuaria en Nicaragua y transmite tecnología a las instituciones del sector agropecuario y a los usuarios directos (agricultores y ganaderos). Las actividades se realizan en estaciones experimentales, y en las fincas; donde participan los agricultores. Esto permite que la tecnología generada se relacione con los problemas reales del agricultor.

La investigación se efectúa según criterios agroecológicos y socioeconómicos, de acuerdo con la política agraria del Gobierno de Reconstrucción Nacional, así:

- Producción de alimentos y mejora de la dieta
- Aporte de divisas
- Diversificación de la producción agropecuaria.

El CATIE y la DGTA han realizado actividades de investigación conjuntamente desde 1976. Las relaciones entre CATIE y Nicaragua se oficializaron al convertirse este país en socio del CATIE en mayo de 1978. Desde 1979 se realizan actividades conjuntas de investigación y validación de tecnología con participación activa de la DGTA, PROCAMPO (Programas Campesinos) y CATIE.

Los objetivos específicos perseguidos por el Proyecto de Sistemas de Cultivos son:

1. Determinar la importancia relativa de los sistemas de cultivo practicados por los pequeños agricultores de la Región Interior Central.
2. Identificar y estudiar los factores físicos, bióticos y ecológicos del medio que más afecten a los sistemas de cultivo más importantes.
3. Estudiar los aspectos socioeconómicos de los sistemas de cultivo de mayor relevancia; especialmente la utilización de mano de obra y la rentabilidad de la unidad de producción.
4. Evaluar la eficiencia de los sistemas de cultivo más importantes.
5. Diseñar y evaluar sistemas mejorados de cultivos.

Estrategia

En el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- a. Caracterización de la subregión de Estelí, objeto de estudio, para identificar y determinar la importancia relativa de los sistemas de cultivo prevaletentes, e identificar las condiciones agroecológicas y socioeconómicas en que operan.
- b. Evaluación agroecológica y socioeconómica de los componentes de los sistemas de producción más importantes, para la identificación y mejora de aquellos que más limitan la productividad.
- c. Diseño y prueba experimental de sistemas de producción agrícola, para derivar alternativas eficientes y de fácil adopción.
- d. Prueba extensiva para validar las alternativas más prometedoras.
- e. Capacitación del personal técnico nicaraguense, para propiciar la continuidad de los resultados del proyecto.

2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1978







El proyecto se inició en abril con el reclutamiento del personal técnico. En el mes de mayo se realizó una encuesta entre los agricultores del área, complementándola con visitas periódicas; a fines del mes se instalaron los primeros experimentos localizados en campos de los agricultores.

Diagnóstico en Estelí

Para establecer las bases del proyecto se caracterizó el área objeto del estudio. Esto se hizo por medio de una encuesta de tipo estático con visitas subsiguientes; a través de una revisión de la información secundaria disponible.

Marco geográfico

La subregión de Estelí forma parte de la región interior central de Nicaragua, que se localiza en la parte central norte del país, entre los 12°30' y 14°30' de latitud norte y los 85°00 y 86°45' de longitud oeste; una extensión de 16 143 km². La subregión se ubica en el sector occidental, entre los 12°12' y 13°20' de latitud norte y los 86°45' de longitud oeste. Comprende los municipios de San Juan Limay, Pueblo Nuevo, Condega, Estelí y La Trinidad, del Departamento de Estelí, y el municipio de San Nicolás del Departamento de León. Abarca una extensión de 2 404 km². La Fig. 1 muestra la subregión en el mapa de Nicaragua.

Fisiografía

La subregión presenta un paisaje de topografía accidentada, con relieve que va de ondulado a quebrado. El relieve comprende altitudes desde 20 msnm, cerca de San Juan Limay, hasta 1 730 msnm en las mesetas altas. La región se subdivide en tres zonas. La zona baja con menos de 500 msnm; de 1 000 a 1 400 mm de precipitación anual de distribución errática; la humedad más aprovechable en los meses de mayo y setiembre; una evapotranspiración anual de 1 779 mm; una temperatura media de 26°C; y con predominio de suelos del orden Molisoles. La zona media que va de 500 a 850 msnm tiene una precipitación anual de 1 400 mm de distribución muy variables, con la humedad más aprovechable en los meses de setiembre y octubre, con una evapotranspiración de 1 527 mm, y suelos de los órdenes Molisoles y Entisoles. La zona alta, por encima de los 850 msnm, con 1 000 a 2 500 mm de precipitación,

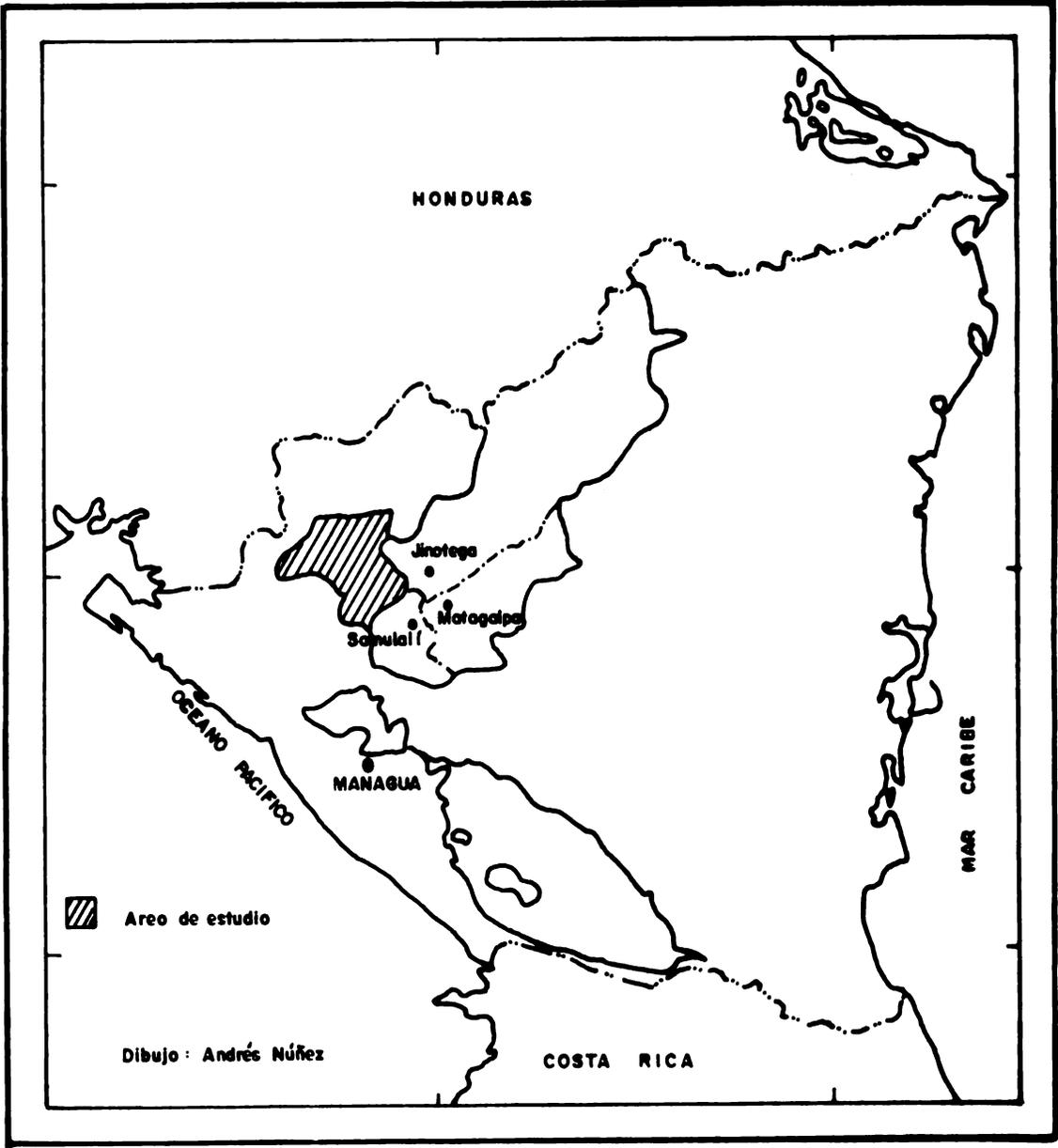


Figura 1. Localización del área de estudio, Estelí, Nicaragua.

1 741 mm de evapotranspiración, una temperatura media de 22°C como en la zona media, y suelos de los órdenes Alfisoles y Molisoles de pedregosidad moderada y pendientes de hasta 50 %.

Suelos

Los suelos predominantes se pueden agrupar en cuatro categorías: 1) Suelos profundos, planos y bien drenados, de textura franco arcillosa y arcillosa, en los valles y mesetas con pendientes de hasta 15 %. 2) Suelos profundos mal drenados, de textura arcillosa, en los valles y planicies con pendientes no mayores al 8 %. 3) Suelos poco profundos en pendiente, de textura media a pesada, distribuidos uniformemente en toda el área, con pendientes de hasta 50 %. 4) Suelos muy poco profundos, en pendientes, con profundidades menores de 30 cm, en pendientes mayores de 50 %. Estos presentan severas limitaciones al trabajo por su pedregosidad y susceptibilidad a la erosión.

De las categorías mencionadas, la primera y la tercera están sometidas a una mayor presión de uso, especialmente la tercera que es utilizada por los agricultores más pobres en la producción de granos básicos.

En las cuatro categorías se pueden identificar en orden de importancia los siguientes suelos: Molisoles, Alfisoles, Inceptisoles, Entisoles, Ultisoles y Vertisoles (Fig. 2).

Clima

La precipitación pluvial tiene una distribución bimodal; las lluvias empiezan en abril y terminan en noviembre. En julio y agosto las lluvias disminuyen durante la canícula.

Las isoyetas de precipitación varían de 800 a 2 800 mm y son más frecuentes las de 800 y 1 000 (Fig. 3).

La temperatura media anual varía de 15 a 26,4°C según la altura sobre el nivel del mar. Dentro de los rangos de altitud, precipitación y temperatura, se identifican varias zonas de vida según Holdridge. La zona de vida más extensa corresponde al bosque húmedo premontano (bh-P) seguida de bosque muy húmedo premontano (bhh-P), bosque seco premontano (bs-P), bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

Características socioeconómicas

La población estimada era de 95 500 personas en diciembre de 1976, de ellos el 61 % vive en la zona rural. La disponibilidad promedio de tierra por agricultor es de 7,5 ha. Existe una mala distribución de la tierra; el 72 % de los agricultores ocupa el 25 % de ésta. El 74 % es propietario y el 42 % de la tierra se dedica a los cultivos anuales.

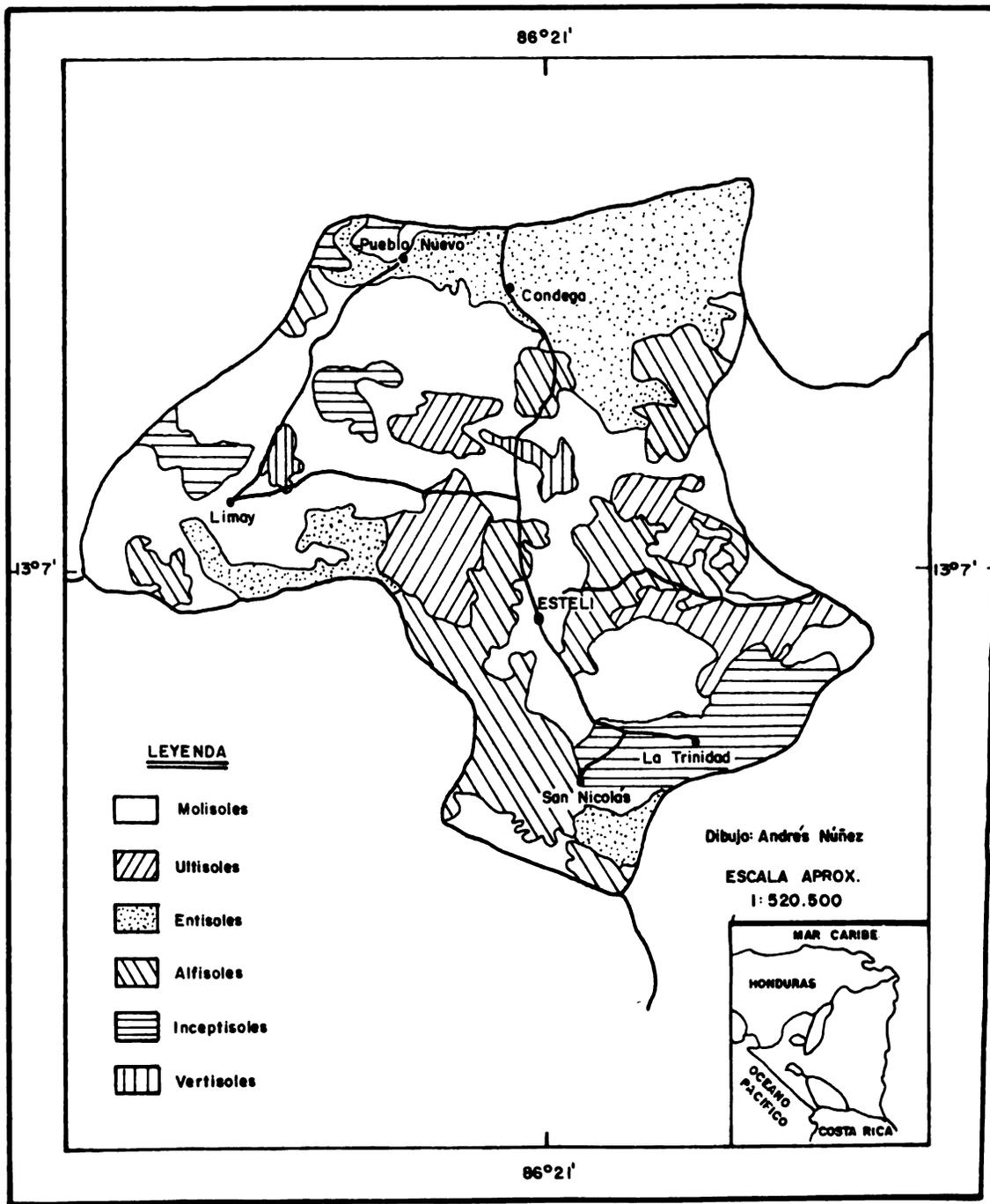


Figura 2. Localización de los órdenes de suelos en la subregión de Estelí, Nicaragua.

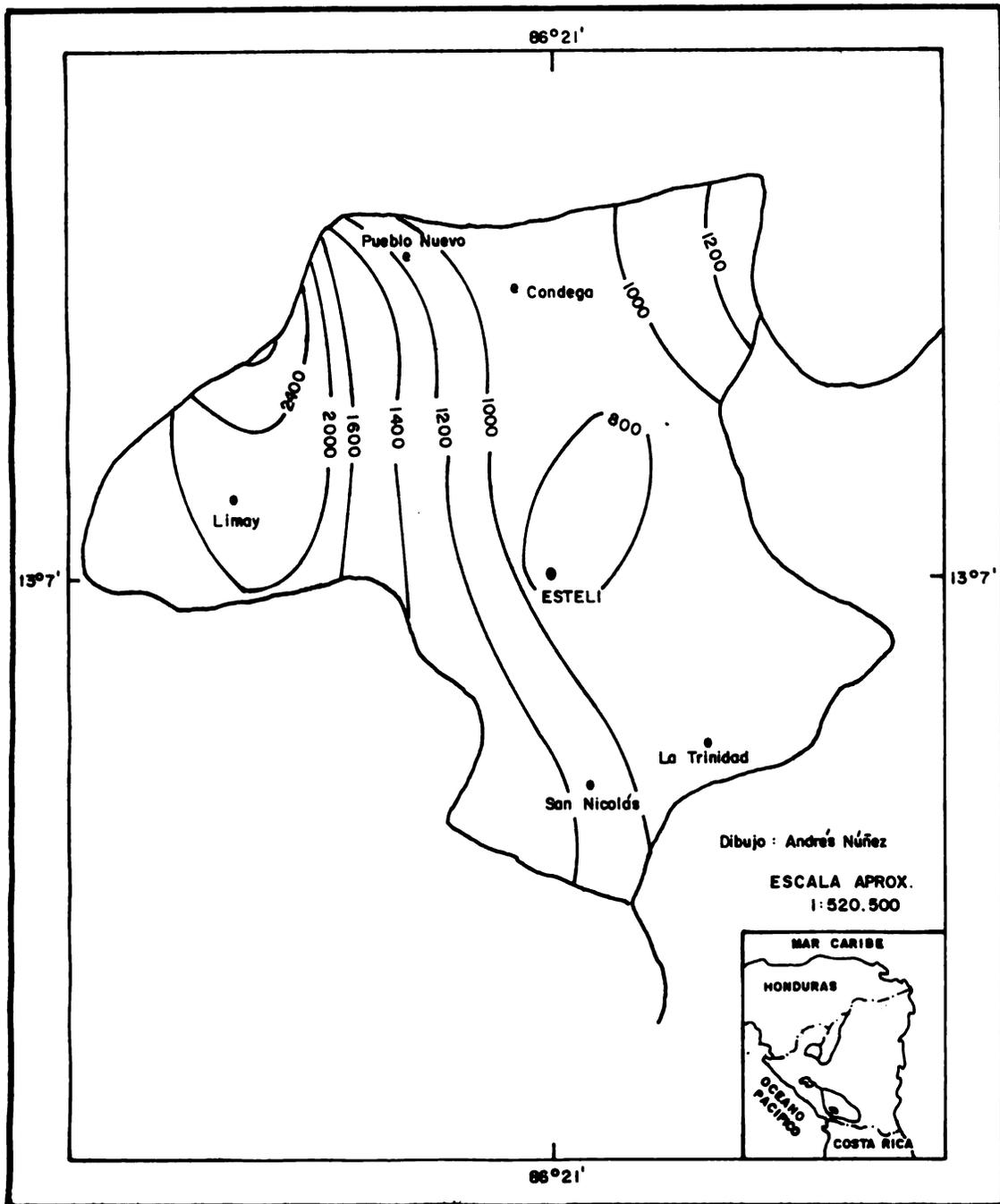


Figura 3. Mapa de isoyetas de la subregión de Estelí, (Precipitación media anual [mm] promedio 1954-1973), Nicaragua.

Los agricultores que declararon poseer casa, bodega, galpón y troja asignaron un valor promedio de \$ 467 en las fincas pequeñas, y uno de \$ 1 020 en las mayores. El gasto de dinero es principalmente en la compra de insumos para la producción y gastos familiares. La inversión anual promedio en insumos es de \$ 181 y el mayor desembolso es para fertilizantes, excepto en Condega, donde los agricultores gastan más en alimentos para animales. Los ingresos provienen mayormente de la venta de cultivos anuales y de salarios ganados fuera de la finca. Según la encuesta, el recurso de mano de obra está subutilizado.

Sistemas de explotación

Este se caracteriza por poca disponibilidad de tierra y capital, y por buena disponibilidad de mano de obra familiar. A esta combinación de recursos internos hay que agregar la falta de recursos externos como vías de comunicación, transporte, y sistemas de comercialización. La estacionalidad del clima es otra determinante de los sistemas de producción existentes. Las características de los sistemas de producción más comunes -basados en el uso intensivo de la mano de obra familiar- permite clasificarlos así:

La Trinidad. Maíz asociado con millón (sorgo 'criollo' fotoperiódico) en siembra de primera; frijol común asociado con millón en siembra de primera; sorgo (mejorado, de ciclo corto) en monocultivo; y frijol en monocultivo en postrera.

Estelí. Maíz asociado con millón en primera; frijol asociado con millón en primera; y frijol en monocultivo en primera y postrera.

Condega. Frijol en monocultivo en primera y postrera; maíz con frijol en relevo.

Pueblo Nuevo. Frijol en monocultivo en primera y postrera; maíz con frijol en relevo; frijol con sorgo en relevo.

Los resultados de esta caracterización indicaron que:

- Los sistemas de cultivo más importantes son maíz en monocultivo, maíz-frijol en relevo, y maíz con millón asociados.
- El nivel de productividad está por debajo del promedio nacional.
- La baja productividad se relaciona, aparentemente, con la escasez e irregularidad de la lluvia, la combinación inadecuada de los recursos internos de la finca, y la pobreza de recursos y servicios externos.

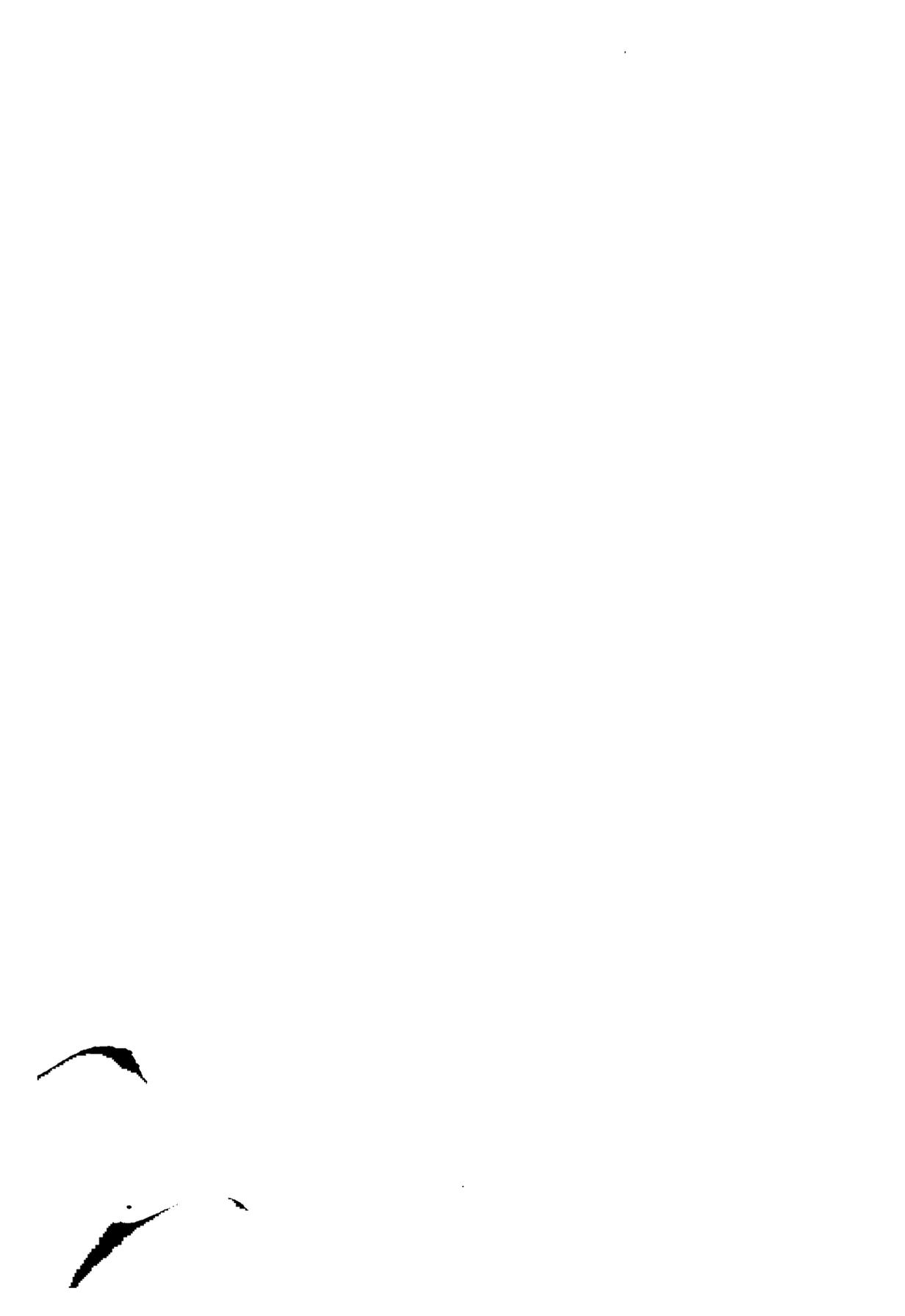
DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS, 1978

Con base en el reconocimiento preliminar de la subregión, y para obtener información que orientara criterios más exactos

al programar la actividad experimental necesaria, se ejecutó en 1978 una serie de experimentos exploratorios con modificaciones a algunos de los componentes de los sistemas de producción más importantes. Se evaluaron cambios en el arreglo espacial de siembra, y nuevos materiales genéticos, así:

- a. Sub proyecto 1. Evaluación de los sistemas maíz-frijol; millón-frijol; y sorgo-frijol, en dos arreglos espaciales de siembra. Este trabajo fue interrumpido por los acontecimientos políticos de 1978, pero rindió información en la etapa inicial e intermedia del ciclo de cultivo.
- b. Sub proyecto 2. Efecto de la asociación de frijol con maíz, millón y sorgo en fajas alternas, sobre la conservación de la humedad del suelo. Se obtuvo información sobre la incidencia de malezas, plagas y enfermedades. Se determinó que los insectos más dañinos fueron *Spodoptera frugiperda* en maíz; *Diabrotica* spp y *Spodoptera sunia* en frijol. Las enfermedades más serias fueron el achaparramiento del maíz (causado por el complejo viral espirosplasma), la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y la roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol.

Los subproyectos 3 y 4 evaluaron el comportamiento de 8 variedades de frijol y 10 de maíz. Esto permitió identificar variedades de buen rendimiento y tolerancia, como las de frijol orgulloso (200 kg ha⁻¹) y CR-5 (2 500 kg ha⁻¹); las de maíz "Salco" (criollo), Across 7522 (CIMMYT), y La Máquina 7422 (CIMMYT-Guatemala), que son precoces y de alto rendimiento (6 500, 6 800 y 6 500 kg ha⁻¹ respectivamente). En la actualidad La Máquina 7422 es la variedad de mayor uso en el área.



3 DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS, 1979



Los acontecimientos políticos del área interfirieron seriamente con la ejecución del trabajo, pero al normalizarse la situación se incrementó la actividad de investigación y se pudo cubrir parcialmente el programa anual.

1. El plan de trabajo para 1979-1980 incluyó los experimentos no concluidos en 1978 que habían demostrado acierto en las mejoras esperadas; se ejecutó además la validación de las experiencias logradas en la vecina subregión de Matagalpa, donde se había diseñado y probado dos alternativas tecnológicas para mejorar los sistemas maíz-frijol en relevo y frijol-frijol en monocultivo.

La alternativa sorgo-frijol asociados en fajas alternas pretendía mejorar el sistema frijol en monocultivo mediante la incorporación del componente sorgo, aumento en la población de frijol, uso de fertilizante completo a la siembra y control químico de plagas.

El trabajo demostró que en áreas de más de 700 msnm no es factible lograr buenos rendimientos de grano de sorgo en siembra de primera; la coincidencia de períodos de alta precipitación con la maduración del grano causa fuertes pérdidas por ataque de hongos y las combinaciones de maíz, sorgo o millón con variedades tradicionales de frijol provoca una fuerte competencia entre la gramínea y la leguminosa, por lo que ésta no puede manifestar su potencial durante esa primera época de siembra.

2. Las fajas de frijol con sorgo o linaza adquieren factibilidad agronómica por encima de los 700 msnm, donde el frijol produjo 1 200 kg ha⁻¹ en primera contra 200 kg en postrera, y el sorgo produjo 1 193 kg ha⁻¹ en primera contra 538 kg en postrera. Igual comportamiento mostró la asociación con linaza.

La mejor relación beneficio/costo en el año se logró con el sistema frijol-sorgo en fajas en primera siembra, seguido por la asociación rebrote de sorgo con linaza.

La fertilización de la linaza muestra una respuesta lineal a las aplicaciones crecientes de nitrógeno, aunque no se vió diferencia significativa entre 60 y 90 kg N ha⁻¹. No hubo respuesta al fósforo ni al potasio.

3. En busca de un cultivo de alta rentabilidad y estabilidad se evaluó la asociación de henequén con frijol, y se logró producir 424 kg ha⁻¹ de frijol, con una relación beneficio/costo favorable de 2,4. En esta evaluación se usó la variedad local de frijol; de bajo rendimiento y susceptible a enfermedades, pero no se aplicó fertilizante. El henequén, en su primer año de

crecimiento, se vio atacado por el hongo *Botrydiplozia theobromae*, y por el picudo *Syphorus* sp. que perfora la base del tallo y causa marchitez.

4. Pruebas de variedades. Como el maíz es el principal componente de los sistemas de cultivo del área y su mejoramiento traería un aumento en la eficiencia de producción, se planearon dos estudios de variedades: El primero para evaluar 14 genotipos de maíz blanco, y el segundo para evaluar 20 genotipos con resistencia o tolerancia a la sequía.

En el primer estudio se estableció la duración del ciclo: los más precoces (139 a 143 días hasta la cosecha) fueron Ferke 7622, Tocumen 7728, Santa Rosa 7624, y VS-54. Los más tardíos, como Omonita 7643, se cosecharon a los 149 días. Diez de estas variedades produjeron más de 2 600 kg de grano por ha. Las mejores fueron La Máquina 7422, Poza Rica 7643, Omonita 77643, Across 07729, y San Andrés 7530. La Máquina 7422 se identificó en 1978 como buena para Estelí, y es ya la de mayor uso comercial en Nicaragua.

En el segundo estudio hubo seis variedades que sobrepasaron los 1 000 kg ha⁻¹; una produjo 1 700 kg en una estación de crecimiento con sólo 714 mm de precipitación. Todas estas variedades son precoces y se cosecharon entre los 79 y los 86 días, lo cual es muy conveniente en una zona con un patrón de lluvias errático.

5. Como el segundo componente importante de los sistemas de cultivo del área es el frijol, y como la susceptibilidad a las enfermedades en las variedades locales impide incrementar sus rendimientos, se evaluaron 8 genotipos diferentes en la longitud de sus ciclos, desde Orgullosa y BAT 41, de 46 y 54 días respectivamente, hasta Honduras 46 y FF 16-20-M-MF, de 72 y 79 días.

Pero, a pesar de que la poca precipitación desde la cuarta hasta la séptima semana de crecimiento favoreció a las variedades precoces, no hubo diferencias significativas en su producción, que osciló entre los 400 y los 700 kg ha⁻¹. La variedad BAT 41 es, sin embargo, de muy buen rendimiento en otras áreas del país, donde produce hasta 1 600 kg ha⁻¹, y es la única variedad mejorada disponible, con el nombre de revolución 79.

6. El tercer componente importante de los sistemas de cultivo es el sorgo, del cual predominan en la zona las variedades fotoperiódicas de bajo rendimiento. Por eso se evaluaron 28 genotipos que presentaron comportamientos muy diversos, con floración desde los 58 hasta los 70 días, y con mejor producción (5 000 kg ha⁻¹) en las variedades tardías, tolerantes al volcamiento y de panoja grande. Las variedades tradicionales tienen una producción de sólo 110 kg ha⁻¹.

7. También formó parte del programa de trabajo de 1979 el establecimiento de viveros de introducción de frijol tepary (*Phaseolus acutifolius*), frijol mungo (*Vigna radiata*) y caupí (*Vigna unguiculata*).

4 DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS, 1980



En este año, la estabilidad política del país permitió desarrollar el proyecto normalmente. De un análisis de los problemas agroeconómicos de la región se vio la necesidad de trabajar con nuevas alternativas de producción. Se planearon las actividades de investigación para diversificar la producción mediante la introducción de nuevos cultivos y se introdujeron cultivos de henequén (*Agave sisalana*), linaza (*Linum usitatissimum*), yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batata*), y mijo (*Pennisetum americanum*). Además, se trabaja con los sistemas tradicionales de la zona, que incluyen maíz, sorgo, frijol y la alternativa validad por el proyecto en 1979.

Los proyectos experimentales fueron:

1. Evaluación agroeconómica de los sistemas frijol y sorgo en monocultivo y asociados en fajas alternas, bajo dos tecnologías de manejo.
2. Evaluación agroeconómica de las asociaciones de maíz, millón, y sorgo con frijol, en dos arreglos espaciales de siembra y con dos tecnologías de manejo.
3. Evaluación de la linaza como sustituto del frijol en la alternativa sorgo y frijol en fajas alternas bajo dos métodos de siembra.
4. Evaluación de la respuesta de la linaza a niveles crecientes de N, P y K. Tanto este ensayo como el anterior se sembraron en forma idéntica para postrera.
5. Evaluación de la respuesta del henequén asociado con granos básicos a niveles crecientes de N, P y K.
6. Evaluación de 14 variedades de maíz blanco.
7. Evaluación de cinco variedades de yuca.
8. Prueba de adaptabilidad y rendimiento de 20 variedades de maíz.
9. Evaluación de nueve variedades de frijol rojo.
10. Evaluación de 28 variedades de sorgo de grano.
11. Observación de otros materiales introducidos al país: mijo, frijol tepary, frijol mungo y caupí.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los experimentos 1 y 2 sobre frijol y sorgo en monocultivo y en fajas alternas mostraron el inconveniente de sembrar sorgo en primera por encima de los 700 msnm, donde la maduración coincide con la época de mayor precipitación que favorece el ataque de hongos en el grano. También se hizo evidente en el experimento 2 que la presencia de maíz, sorgo y millón con el frijol en primera siembra, impide realizar las labores de siembra de frijol en postrera y da mucha competencia por la luz.

El experimento 3 sobre linaza como sustituto del frijol en la alternativa sorgo y frijol en fajas alternas, también demostró el inconveniente de sembrar sorgo en primera por encima de los 700 msnm; en cambio se obtuvieron rendimientos de 1 193 y 538 kg ha⁻¹ en primera y postrera respectivamente en la zona media, comprendida entre los 500 y los 700 msnm. Estos rendimientos son buenos porque provienen de una cuarta parte del área en el sistema sorgo/frijol y sorgo/linaza. Los rendimientos del sorgo en postrera provienen del rebrote de la primera siembra. El frijol, en siembra de primera, produjo un buen rendimiento de 1 262 kg ha⁻¹, pero sólo 217 kg ha⁻¹ en la postrera por falta de agua.

La linaza se sembró al voleo con un rendimiento de 335 kg ha⁻¹ y en surcos, donde dio 254 kg ha⁻¹; ambos en primera siembra. La escasez de lluvia redujo el rendimiento de postrera en un 60 %.

Los mejores resultados se obtuvieron de la asociación de frijol con sorgo en fajas alternas en la primera siembra, seguido por linaza al voleo asociado con el rebrote del sorgo en postrera. Aquí la relación beneficio/costo fue de 2,6 para la zona alta y 2,1 para la zona media.

En el experimento 4 sobre la respuesta de la linaza a la fertilización con N, P y K, no se encontró respuesta al fósforo ni al potasio, pero sí al nitrógeno que mostró una respuesta lineal a 0,30, 60 y 90 kg ha⁻¹. No hubo diferencia significativa entre 60 y 90 kg de N ha⁻¹, que rindieron 1 068 y 1 315 de linaza por hectárea respectivamente.

El experimento 5 sobre respuesta al N, P y K del henequén en asociación con granos básicos, demostró que la asociación henequén-frijol es viable para la zona, porque dio un rendimiento de 424 kg de frijol por ha, con una relación beneficio/costo de 2,4, a pesar de que el frijol utilizado fue criollo, de baja producción, susceptible a enfermedades y de que no se aplicó fertilizante. En el henequén se presentó el ataque del hongo *Botrydiplozia thobromae* y del picudo *Syphorus* sp que perfora las plantas en la base y causa marchitamiento.

El experimento 6 donde se evaluaron 14 variedades de maíz blanco, mostró que las variedades Ferke-7728, Santa Rosa 7624 y VS-524 fueron de ciclo corto (139 a 143 días). La variedad testigo Olotillo fue de 122 días, mientras las variedades Omonita

7643 y las Across tardaron 149 días. Los más altos rendimientos se lograron con La Máquina 7422, Poza Rica 7643, Omonita 7643, Across 7729, San Andrés 7530, La Máquina 7721, Tocumen 7728, Ferke 7622, VS-524 y Across 7721 que dieron hasta 6 200 kg ha⁻¹. Las de menor altura, como Across 7729 y 7721, y La Máquina 7721, podrían rendir más al permitir mayor población por hectárea.

La variedad Jutiapa 7930 produjo bien 2 500 kg ha⁻¹ en comparación con otros materiales resistentes a la sequía.

El experimento 7 donde se prueban cinco genotipos de yuca se cosechó en 1982.

En el ensayo 8 las 20 variedades de maíz sufrieron una fuerte sequía, pues sólo cayeron 714 mm durante los primeros 40 días de crecimiento. Las mejores adaptadas fueron V2, V3, V5, V10, V15 y V16 con un rendimiento entre los 1 254 y los 1 726 kg ha⁻¹. El ciclo de maduración fue entre 79 y 86 días, lo que resultó ventajoso para una zona con precipitación errática.

Nueve de las variedades de frijol rojo del experimento dieron todas rendimientos bajos (454 a 699 kg ha⁻¹) sin diferencia estadística significativa. La longitud del ciclo varió entre las de período corto como Orgullosa de 46 días y BAT 41 de 54 días; los de período intermedio, como Acacia 1, 2, 4 y 6 y México-80 con 60 días; y los de período largo, como Honduras 46 y FF 16-20-1-M-MF7 con 72 y 69 días respectivamente; esa longitud de período no influyó en la producción, apesar de que la escasez de lluvia debería haber perjudicado menos a las variedades precoces.

En el experimento 10, donde se evaluaron 23 variedades de sorgo de grano, se confirmó que las variedades de sorgo más productivas son las de período largo, las resistentes al acame y las de panoja grande. El 82 % de los genotipos dieron más de 5 000 kg ha⁻¹, contra 1 100 kg ha⁻¹ en los sorgos criollos, a pesar de que el cultivo recibió solamente 555 mm de precipitación durante los primeros 65 días de crecimiento, por lo que faltó humedad durante el período crítico de crecimiento.

Con respecto a otros materiales introducidos en el país (Experimento 11) se desempeñaron bien las variedades de mijo Grum, Ex Bornu y Sauna 3, que produjeron 908, 1 392 y 1 210 kg de grano por hectárea respectivamente. Como el precio de venta fue de 851 córdobas por 100 libras (46 kg) las convierte en alternativas muy rentables para las zonas secas.

Se seleccionaron plantas de frijol Tepary resistentes a virosis para siembras posteriores.

Se evaluaron 14 genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata*), con rendimiento máximo de 922 kg ha⁻¹ en la variedad 015.

De las variedades de caupí solamente 18 superaron los 900 kg ha⁻¹.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Las actividades de transferencia se enfocaron al montaje de parcelas demostrativas con técnicos de PROCAMPO y a la detección de problemas de comunicación. Las parcelas se usaron en el adiestramiento de los capacitadores agrícolas de PROCAMPO y de los agricultores en el manejo de la alternativa "sorgo/frijol en fajas alternas". También se realizaron cinco días de campo para agricultores y técnicos de instituciones afines, a quienes demostraron las ventajas de la nueva tecnología.

En las reuniones de trabajo los técnicos de la DGTA, PROCAMPO y CATIE pusieron las bases de un proceso de generación y transferencia de tecnología adecuado a las instituciones nacionales, programaron actividades conjuntas para la siembra de postrera de 1980; resumieron y clasificaron la información tecnológica disponible con el fin de establecer prioridades de investigación. Estas reuniones permitieron a los técnicos de PROCAMPO exponer los problemas más importantes de la producción en Estelí y a los investigadores de la DGTA y CATIE determinar si existía tecnología adecuada para resolverlos y clasificar la que había; de acuerdo con la fase de evaluación en que se encontraba (estación experimental, ensayo regional o en manos de los agricultores). Entre los problemas referidos estaban los institucionales como: a) ausencia de canales eficientes para la comunicación directa; b) bajo nivel de preparación técnica y c) falta de coordinación interinstitucional. Además, problemas técnicos como: a) control de plagas, enfermedades y malezas; b) falta de conocimientos sobre fertilización y conservación de suelos; c) falta de variedades mejoradas de maíz, sorgo, frijol, tomate, repollo, papa, chile y otras hortalizas; d) falta de información de mercado, especialmente para hortalizas.

Las responsabilidades institucionales se distribuyeron así:

PROCAMPO: 1) Proporcionar información sobre los problemas de los agricultores en cada zona de trabajo, 2) Participar en el diseño y ejecución de ensayos y parcelas de validación y demostración, 3) Facilitar sus recursos para la ejecución de la actividad de investigación y transferirla, 4) Responsabilizarse de la transferencia de tecnología a los productores.

DGTA-CATIE: 1) Orientar la investigación para resolver los problemas reales del agricultor, 2) Planear y ejecutar la investigación, 3) Transferir continuamente la información técnica al capacitador por medio de días de campo y publicaciones y capacitar al personal de PROCAMPO en el manejo de los sistemas de cultivo de cada zona, el manejo de los ensayos y la interpretación de los resultados.

A solicitud de PROCAMPO se organizó el seminario "Actualización en producción de granos básicos y sistemas de cultivo", cuyos objetivos fueron: 1) Promover el concepto de "sistemas", 2) entrenar a los técnicos en el manejo de nueva tecnología y 3) crear un canal de información entre los técnicos de la DGTA y los de PROCAMPO. La evaluación del seminario por los participantes sugiere que estos objetivos se cumplieron.

5 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1981





ZONA ALTA

En la zona alta de la subregión predominan los cultivos de maíz asociado con millón o con frijol en relevo; el frijol en monocultivo sufre mucha competencia de malezas y ataque de babosas (*Vaginulus* sp). También la linaza y el henequén son cultivos tradicionales de la zona en los que nada se ha hecho para aumentar la productividad.

Con el fin de hallar solución a la poca productividad en esta zona se emprendieron ocho ensayos así:

1. Evaluación de los sistemas de cultivo maíz-caupí, maíz-frijol, caupí-caupí, caupí-sorgo y frijol-frijol (el segundo cultivo en postrera, como alternativa para la producción de protefnas en los sistemas maíz y sorgo en monocultivo). Todos los cultivos recibieron fertilización completa en la siembra de primera.
2. Evaluación de tres herbicidas en frijol (en dos sitios).
3. Respuesta de la linaza a niveles crecientes de nitrógeno.
4. Prueba de adaptabilidad y rendimiento de tres variedades de linaza.
5. Evaluación de siete herbicidas en linaza.
6. Respuesta del henequén a niveles crecientes de N, P y K (en dos sitios).

Resultados de los ensayos en la zona alta

1. El análisis económico mostró que en términos de ingresos y relación beneficio/costo, los sistemas de cultivos más rentables son: frijol, caupí-caupí y maíz-frijol. Los índices económicos fueron bajos en los sistemas con sorgo debido al ataque de pájaros a la panoja y a la poca humedad en el suelo durante el período de llenado del grano. Los otros cultivos tuvieron humedad adecuada y en el frijol no se presentó el ataque de babosas que se quería evitar con las otras alternativas, lo que no permitió su evaluación. Sin embargo, los resultados mostraron buen potencial para todos los cultivos. El caupí, en condiciones adversas para el frijol, puede ser una alternativa viable para la región; la producción fue de 903 kg ha⁻¹ en primera y de 1 017 kg ha⁻¹ en segunda.

2. El ensayo de herbicidas en frijol se hizo para buscar una solución al problema de malezas que diezma al cultivo. Se probaron Prowl*, Probe* y Surflán* solos y combinados, pero en este cultivo sí hubo déficit de humedad. Los recuentos de malezas a los 30 días de la siembra indicaron que la menor incidencia de hierbas de hoja ancha ocurrió en los tratamientos de Prowl, Surflán y Prowl-Surflán. En cambio el mejor control de gramíneas se obtuvo con Probe. El mejor rendimiento se obtuvo con la mezcla Prowl + Probe, y el menor cuando se usaron independientemente. Se planea ensayar dosis mayores de Probe y Probe + Surflán.

3. La prueba de respuesta de la linaza al nitrógeno se hizo porque ese cultivo se ha incrementado donde es más riesgosa la siembra de frijol. Los bajos rendimientos de la linaza en la zona (500 kg ha^{-1}) obedecen a baja fertilidad de los suelos, falta de variedades adecuadas y ataque de malezas. Esta prueba se efectuó con la variedad criolla sembrada al voleo a razón de $19,5 \text{ kg ha}^{-1}$. El nitrógeno se aplicó de igual manera a la siembra y se añadieron $60 \text{ kg de fósforo ha}^{-1}$ para no limitar el efecto de nitrógeno. La respuesta fue cuadrática y el máximo de 947 kg ha^{-1} correspondió a 142 kg N ha^{-1} , no hubo diferencia significativa entre tratamientos cuyo promedio de 895 kg ha^{-1} superó en 10 % al tratamiento sin nitrógeno. Se recomienda niveles de N de 0 a 180 kg ha^{-1} espaciados a 30 kg y durante las dos épocas de siembra.

4. Como se ha mencionado, la baja productividad de la linaza criolla sugirió una comparación con dos variedades introducidas, en un ensayo sin fertilización. La prueba estuvo sometida a déficit de humedad por siembra tardía y no dio diferencia significativa entre variedades. Como las variedades introducidas (Tejana y Marcala) fueron de menor crecimiento, se podría esperar que toleren mejor la alta población que resulta de la siembra al voleo, y que resisten mejor el acame, la próxima evaluación deberá hacerse en primera y postrera con siembra temprana.

5. Como la siembra de linaza al voleo dificulta el control mecánico de malezas se evaluaron siete herbicidas como alternativa. Los herbicidas se aplicaron de preemergencia. De los siete productos*, Prowl, Gesaprim, Sencor y Lasso controlaron el 100 % de las malezas; Stam LV 10 no trabajó por fallas en la aplicación, y Probe y Tok no afectaron el cultivo. Con probe se obtuvo menor incidencia de malezas, mayor número de cápsulas por planta y mayor producción. Prowl, Gesaprim, Sencor y Lasso resultaron tóxicos al cultivo. Se planea evaluar MCP en las dos siembras.

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

6. Como el cultivo de henequén de la zona es de poco rendimiento, (1 625 kg de fibra ha⁻¹) y como la siembra de plantaciones nuevas no da ingresos durante los tres primeros años, se decidió evaluar niveles crecientes de fertilización completa y asociar el henequén con granos básicos. Para esto se cambió el arreglo espacial tradicional de 1,65 m entre hileras y 0,82 m separadas por calles de 2,5 m con 0,8 m entre plantas, lo que da poblaciones de henequén similares. La siembra de granos básicos se hizo sólo al iniciar el ensayo en 1980 porque en 1981 el momento de la siembra coincidió con fuertes lluvias. La fertilización se hizo aplicando todo el fósforo a la siembra y la fertilización de N y K se programó aplicando el 10-20-30 y 40 % del total en el 1°, 2°, 3° y 4° año respectivamente, partiendo desde la siembra.

No hubo diferencias significativas para altura y número de hojas en las plantas a la siembra por la uniformidad del material. A un año de la siembra no hubo diferencias significativas para nitrógeno en el número de hojas por planta, pero sí hubo para fósforo en las dos localidades donde se lleva a cabo la prueba; para potasio, en una de ellas. Los mayores rendimientos se obtuvieron con 100-100 kg de P-K ha⁻¹ en la localidad de La Caña, y con 100-50 kg de P-K ha⁻¹ en Santa Adelaida, donde la respuesta al K se debe probablemente a una mejor fijación en el suelo arcilloso.

En cuanto a altura de la planta hubo un incremento con los mayores niveles de N y K; el K produjo menor incremento que el N y el incremento se estabilizó a los 100 kg ha⁻¹. Los resultados muestran que en las primeras fases el nitrógeno es indispensable para el crecimiento y en menor grado también el K, pero éste también tiene efecto sobre el número de hojas.

ZONA MEDIA

En la zona media se produce principalmente maíz, frijol, y en menor escala, sorgo. Predomina el sistema de cultivo maíz con frijol en relevo y maíz en monocultivo. Las variedades de maíz y frijol recomendadas para la zona sólo se han evaluado en monocultivo, y el agricultor continua usando las variedades criollas en los demás sistemas.

El frijol se ha visto afectado por el ataque severo de babosas (*Vaginulus* sp) y por enfermedades, pero no existe una respuesta definitiva para estos problemas.

La yuca y el ajonjolí son también importantes en la zona, aunque de introducción más reciente; sin embargo, se está fomentando su cultivo debido a las características del área.

Para encontrar soluciones a los problemas citados en la zona media se llevaron a cabo cinco ensayos así:

1. Estudio y evaluación de enfermedades en el frijol y su control químico.

2. Evaluación agronómica de cinco variedades de maíz con relevo de cuatro genotipos de frijol en diferentes épocas de siembra.
3. Prueba de adaptabilidad y rendimiento de cinco variedades de yuca.
4. Prueba de adaptabilidad y rendimiento de seis variedades de ajonjolí.
5. Evaluación agroeconómica de los sistemas de cultivo yuca, maíz y frijol en asocio y en monocultivo.

Resultados de los ensayos en la zona media

1. Durante el cultivo de postrera se evaluaron las épocas de aplicación de mancozeb* en frijol a 1 kg de material formulado por hectárea. Las principales enfermedades que se presentaron son: roya (*Uromyces phaseoli*), mancha angular (*Isariopsis griseola*), alternaria (*Alternaria* sp), mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), y mancha redonda (*Chaetoseptoria wemanii*). La infección se midió en número de pústulas y manchas por planta a los 20 y 40 días después de la siembra. A los 20 días no se había presentado roya, mancha angular ni alternaria y había muy poca infección de las otras plagas. A los 40 días la principal enfermedad fue la roya; asimismo, la única donde hubo diferencias significativas entre tratamientos. Esta infección coincidió con la época más lluviosa y se dio menos cuando el fungicida se aplicó cada 20 días. El mayor número de vainas (14 por planta) se obtuvo con tres aplicaciones de fungicida y la diferencia fue significativa. No hubo diferencia significativa para producción, aunque ésta fue mayor para las aplicaciones a 20 días.

Se recomienda que la dosis de mancozeb debe aumentarse a 3 kg ha⁻¹, que debe aplicarse en las dos épocas de siembra y que debe usarse también en la zona alta.

2. El sistema de cultivo maíz-frijol en relevo se maneja con variedades criollas. Las variedades mejoradas se usan más en monocultivo, posiblemente por falta de evaluación precisa y porque no han producido bien en el sistema con relevo.

Para encontrar materiales más adecuados se evaluaron cinco variedades de maíz en relevo con cuatro genotipos de frijol. Los resultados -aun no sometidos al análisis de varianzas- se dan en promedios. El rendimiento mayor de maíz (4 995 kg ha⁻¹) se obtuvo con la variedad NB-3. El maíz Tuxpeño PBC-15 dio buena producción y es de poca altura, por lo que en asocio con frijol, compite menos por luz y permite incrementar las poblaciones por área.

* Ver nota de página 28.

El frijol en relevo de maíz se sembró en dos épocas: 26 de setiembre y 14 de octubre. Se alcanzó mayor producción de vainas y mejor rendimiento por planta en primera, debido a una mayor disponibilidad de humedad. La precipitación sólo proporcionó suficiente humedad para el maíz. La variedad de frijol negro BAT-179 fue la más productiva: superó en un 75 % a la variedad testigo en la primera época; aunque ésta última fue la de mayor rendimiento en la primera fecha, en la segunda fecha -cuando hubo menos humedad- produjo más que las otras. La variedad de frijol Revolución 79 mostró cierta tolerancia a la sequía cuando relevó al maíz. En la primera época de siembra, los cultivos de frijol en relevo mostraron mejor adaptabilidad.

3. El cultivo de yuca se maneja con variedades criollas de bajo rendimiento y en pequeñas áreas. Por eso se estableció un ensayo para adaptabilidad y rendimiento, con cinco genotipos que pudieran luego cultivarse en asocio con granos básicos. Todas las variedades se cosecharon a los 10 meses 11 días después de la siembra. Durante ese período recibieron 847 mm de precipitación bien distribuida, durante los primeros cinco meses del cultivo.

El análisis de varianza no detectó diferencias entre variedades para rendimiento, plantas cosechadas, altura de las plantas y vainas por planta. CMC-40 fue la única variedad de porte bajo; asimismo produjo el mayor número de raíces por planta y el mayor rendimiento, pues superó a la criolla en 3 531 kg ha⁻¹ con igual manejo. Las variedades CMC-40 y MCOL-42 presentaron raíces horizontales que facilitan la cosecha.

4. Como la producción de granos básicos de la zona se basa en sistemas que incluyen sólo esos cultivos -para diversificar la producción y mejorar la explotación de la tierra- se evaluó el comportamiento de dos variedades de yuca en monocultivo y en asocio con maíz y frijol; para ello se usaron las mejores variedades de yuca del experimento anterior. No se usó la variedad CMC-40 por falta de material de siembra; en maíz se usó NB-3 y en frijol. Revolución 79.

La yuca se fertilizó con 98,8 - 97,15 y 32,5 kg ha⁻¹ de N, P, K respectivamente; el maíz con 75,4 - 39 y 13 kg ha⁻¹ y el frijol con 15,6 - 39 y 13 kg ha⁻¹. La siembra de yuca en asocio se hizo 22 días después de establecido el cultivo de maíz y frijol. La yuca con maíz se sembró a 0,9 m entre hileras y 1,5 m entre plantas; el maíz sobre las hileras de yuca a 0,25 m entre plantas. La yuca con frijol se sembró a la misma distancia que con maíz; el frijol sobre las hileras de yuca más un surco entre dos hileras (0,45 m entre surcos y 0,30 m entre plantas).

Los resultados no incluyeron a la yuca que aun no se había cosechado. El frijol en postrera no dio producción por falta de agua y por competencia de la yuca; en primera produjo mejor en asocio y produjo más con yuca MCOL 42 debido a la mejor conservación de humedad proporcionada por esta yuca de porte bajo. El

rendimiento de maíz no se afectó con la yuca México 59, donde produjo mejor, pero sí se redujo la altura de la planta; posiblemente al competir por nutrientes. En los próximos ensayos se recomienda sembrar los cultivos en la misma fecha.

5. Los resultados de la evaluación de variedades de ajonjolí, en el trabajo de la zona baja, se discuten a continuación.

ZONA BAJA

En la zona baja el poco rendimiento de los cultivos se debe a la distribución errática de las lluvias y a la falta de variedades mejoradas. Los cultivos predominantes son maíz, ajonjolí y sorgo; los dos primeros sufren más los problemas anotados y son de muy bajo rendimiento: 910 kg ha⁻¹ para maíz y 650 kg ha⁻¹ para ajonjolí. Con el fin de encontrar una solución técnica a estos problemas se establecieron dos ensayos para evaluar la adaptabilidad y el rendimiento de: a) seis variedades mejoradas de ajonjolí (*Sesamun indicum*) y b) dieciseis variedades de maíz tolerantes a la sequía.

Resultado de los ensayos en la zona baja

1. Los mejores rendimientos se obtuvieron con las variedades de ajonjolí de período largo y de mayor altura de planta. Las variedades China Roja y Venezuela-44 dieron los mejores rendimientos y se consideran buenas para la zona media y baja. La precipitación pluvial, la maduración desuniforme en las variedades de un solo tallo, y la población de plantas por ha fueron los factores que más afectaron el rendimiento. El número de cápsulas por planta disminuyó con el aumento de las poblaciones de plantas. De las cinco variedades evaluadas cuatro superaron a la variedad local. Todas se deberían seguir evaluando.

2. La prueba de dieciseis variedades de maíz se efectuó en dos localidades, ambas sometidas a un régimen errático de lluvias. En la comunidad de La Caña la siembra se hizo fuera de la época recomendada, por lo que el cultivo padeció más de sequía. Las variedades de más temprana floración (44-49 días en La Gualilica, y 51-54 días en La Caña), produjeron más, puesto que estas variedades precoces escaparon al déficit de humedad que se presentó más al final de la estación.

Los mejores rendimientos se obtuvieron de las variedades de Antigua República Dominicana con endosperma amarillo, pero no difieren estadísticamente de los de endosperma blanco. En La Gualilica, donde se estudió el achaparramiento se observaron diferencias significativas entre variedades, aunque no afectó el rendimiento porque el mal se presentó en la fase de llenado del grano. En la localidad de La Gualilica todas las variedades superaron el promedio de producción de la zona. La evaluación posterior deberá ubicarse dentro de las épocas de siembra primera y postrera para determinar su comportamiento bajo diferentes condiciones.

6 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1982





Las actividades de investigación del Proyecto DGTA/CATIE/CIID durante el período 1982-1983 se encaminaron al estudio de los sistemas maíz y frijol en monocultivo y en relevo. También se continuó el trabajo con cultivos menos tradicionales, como linaza y henequén. Durante este período se obtuvo información de 25 experimentos ubicados en diferentes municipios de la sub-región, los que se enumeran a continuación:

1. Respuesta de dos variedades de maíz a la fertilización con N y P (4 ensayos).
2. Evaluación agroeconómica de cuatro tecnologías de manejo en el sistema maíz-frijol en relevo (5 ensayos).
3. Control químico de enfermedades en el frijol común (3 ensayos).
4. Evaluación agroeconómica de tres tecnologías de manejo en el sistema frijol monocultivo durante primera y postrera (9 ensayos).
5. Respuesta del frijol a la fertilización con N, P y K (1 ensayo).
6. Evaluación agroeconómica del cultivo de linaza, frijol y sorgo en franjas alternas (1 ensayo).
7. Respuesta del henequén a la aplicación de niveles crecientes de N, P y K y a la asociación con granos básicos (2 ensayos).

Limitaciones

Las que más influyeron en el logro total de los objetivos se deben al clima. El exceso de lluvias en el mes de mayo causó pérdida de experimentos y retrasó la fecha de siembra. La sequía durante la época de postrera (setiembre-diciembre) no permitió obtener la información correspondiente a las condiciones normales en algunos experimentos. Otros problemas fueron la cosecha inconsulta de ensayos por parte de algunos agricultores cooperadores, la pérdida de un técnico a medio año, y la ausencia de una contraparte nacional establecida en el convenio.

Resultados obtenidos

1. En las pruebas de variedades efectuadas en 1980 se encontró que la variedad Jutiapa 7930 produjo más que otras resis-

tentes a la sequía. Su ciclo corto de 90 días, desde la siembra a la cosecha, es una ventaja en la zona porque le permite aprovechar la poca y mal distribuida precipitación típica del área. Los rendimientos de 3 453 a 4 321 kg ha⁻¹ (2 260 a 2 939 para Olotillo) se obtuvieron con una fertilización de 75-39-13 kg de N -P₂O₅- K₂O ha⁻¹.

Como una de las variedades más usadas en la zona es Olotillo, cuyo ciclo es similar al de Jutiapa 7930 (NB-100) pero con rendimientos bajos aunque muy estables y como se conoce muy poco de su manejo adecuado, se realizaron cuatro ensayos en dos localidades para encontrar niveles óptimos de fertilización para rendimiento y economía en estas dos variedades. Se consideraron dos condiciones en cuanto a precipitación (primera y postrera) y dos en cuanto a suelo (La Caña y Las Animas). Sin embargo, en Las Animas el ensayo recibió riegos de 172 mm en la primera y 86 mm en la postrera por falta de lluvia; una decisión del agricultor cooperador. Los rendimientos de postrera fueron 48 % de los de la primera debido a la severa sequía. En la primera el maíz recibió 262,8 mm de precipitación, de los cuales 207,2 mm cayeron en los primeros 26 días después de la siembra. En el segundo ciclo la precipitación fue aún menor (239 mm) y el 58 % cayó en los primeros 28 días después de la siembra (el 40 % en un solo día), después de 17 días de sequía. En Cuadro 1 muestra los rendimientos y su significación estadística.

No se halló respuesta a N y P₂O₅ ni interacción entre ellos. El análisis del suelo mostró cantidades altas de P y K lo que explica en parte la falta de respuesta. El nitrógeno del suelo no se analizó, pero el terreno del ensayo tenía un contenido adecuado de materia orgánica. En el rendimiento las variedades dieron diferencias significativas al 5 %. Jutiapa 7930 (NB-100) superó a Olotillo en 40 % y 28 % en primera y segunda respectivamente; no hubo interacción entre variedades N y P.

En La Caña también hubo déficit de humedad en los dos ciclos siendo la cantidad y distribución muy similar a la de Las Animas, excepto que allí no se hizo riego. En esta localidad la sequía no dejó que se manifestaran los efectos de los nutrientes, a pesar de ser bajo el nivel de P en el suelo y alto el de K; condiciones opuestas a las de Las Animas.

El análisis estadístico no detectó diferencias en rendimiento para N y P, ni interacción. Olotillo superó ligeramente a Jutiapa 7930 en ambas épocas, sin significación estadística. Esto permite suponer que la variedad mejorada produce tanto como la criolla en condiciones de sequía mientras que con mayor humedad la supera. En el análisis combinado de los cuatro ensayos Jutiapa 7930 superó significativamente en rendimiento a la variedad criolla.

Cuadro 1. Características agronómicas de dos variedades de maíz bajo seis niveles de fertilización con N y P durante la primera. En Las Animas y La Trinidad. Estelí, Nicaragua, 1982.

| Tratamiento | | Variedad | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|-----------------------------|----|----------|---------------------------------------|
| N (kg ha ⁻¹) | P | | |
| 60 | 20 | Olotillo | 2 939 bc |
| 60 | 40 | Olotillo | 2 538 c |
| 60 | 60 | Olotillo | 2 582 c (2 260-2 939) |
| 80 | 20 | Olotillo | 2 260 c |
| 80 | 40 | Olotillo | 2 723 bc |
| 80 | 60 | Olotillo | 2 587 c |
| 60 | 20 | NB-100 | 3 153 bc (3 153-4 321) |
| 60 | 40 | NB-100 | 3 786 ab |
| 60 | 60 | NB-100 | 3 154 bc |
| 80 | 20 | NB-100 | 4 321 ab |
| 80 | 40 | NB-100 | 3 531 a |
| 80 | 60 | NB-100 | 4 093 a |

Promedios seguidos por la misma letra, dentro de cada columna no difieren estadísticamente (P = 0,05).

Análisis económico

En las Animas los mejores rendimientos para olotillo se obtuvieron con 60 kg de N y 20 kg de P ha⁻¹ y con 80 y 60 kg para Jutiapa 7930. Este tratamiento en Olotillo y el 80 y 20 kg ha⁻¹ para Jutiapa 7930 generaron los mejores beneficios, con bajo costo de insumos y mayor retorno del capital invertido en semilla y fertilizante.

En La Caña se encontraron más rentables los mismos tratamientos que en Las Animas, pero con una menor tasa de retorno por los rendimientos más bajos.

2. Evaluación agroeconómica de cuatro tecnologías de manejo en el sistema maíz con frijol en relevo.

La competencia de malezas, las enfermedades y el uso de variedades de bajo rendimiento entre otras cosas, limitan la productividad del sistema.

Los experimentos anteriores han evaluado algunos componentes para responder a estos problemas, durante 1982-1983 se evaluó el control químico de malezas y enfermedades, variedades de maíz, y fertilización en el sistema maíz-frijol en relevo; el objetivo era mejorarlo y generar alternativas de producción.

Este experimento se ubicó en cinco localidades y se empleó un diseño de bloques completos al azar, con parcelas divididas. De las cuatro variedades de maíz tres son mejoradas y escogidas en la zona como las de mejor rendimiento; igualmente con el frijol Revolución 79 usado en este experimento. Estos materiales se producen ya como semilla certificada.

Todos los ensayos sufrieron por falta de humedad, principalmente el frijol de postrera, durante cuyo ciclo solo llovió 126,5 mm.

El maíz recibió 414 mm bien distribuidos, excepto en la floración, donde hubo muy poca humedad. El maíz criollo y Jutiapa 7390 (NB-100) florecieron más temprano y aprovecharon así mejor la humedad disponible.

Los rendimientos del maíz fueron buenos para la zona; las variedades mejoradas produjeron más de 4 000 kg ha⁻¹, con fertilización de 82-57-4 kg de N-P y K ha⁻¹, sin diferencia significativa entre ellos, pero si en comparación con el criollo.

Los rendimientos del frijol en relevo en las variedades de maíz mejoradas (757 kg ha⁻¹) fueron bajos en relación con los de años anteriores, por la sequía durante la siembra de postrera. El frijol rindió más en relevo con maíces criollos, pero esta diferencia significativa se puede atribuir al control químico de malezas que no recibió el maíz criollo y al de enfermedades, que no recibió el frijol en relevo del maíz criollo. Tampoco hubo diferencias en el rendimiento de frijol en maíz criollo para los dos niveles de fertilización del maíz (12-57-4 y 46-39-13) lo que acusa falta de residualidad del fósforo y su poca absorción por falta de humedad en la postrera.

Tampoco hubo diferencias en el rendimiento de frijol en respuesta a los dos niveles de nitrógeno (0 y 30 kg ha⁻¹) aplicados al frijol, lo que también pudo deberse a falta de humedad.

El control químico de enfermedades y su combinación no mostró diferencias significativas en la producción de frijol; se juzga que la condición de sequía prevaleciente no permitió una evaluación verdadera, pues ni siquiera hubo la incidencia de enfermedades que normalmente afectan al frijol en el área.

En relación con otras variables, la altura de planta del maíz criollo fue significativamente mayor a la de los mejorados. El menor porcentaje de mazorcas podridas se observó en el maíz criollo, que junto con Jutiapa 7930 (NB-100) presentó también el ciclo más corto: 50 días a la floración, lo que es claramente una ventaja sobre los materiales que florecieron a los 61 días, pues los hace más adaptables a la precipitación errática de la zona.

Las otras variables estudiadas: plantas cosechadas, vainas por planta y granos por vaina no fueron afectadas por los tratamientos al maíz o frijol, pero sí la altura de planta de frijol, que fue un 20 % menor en relevo de maíz criollo, quizá por no recibir allí el efecto de un buen control de malezas que sí se dió en las variedades mejoradas.

Análisis económico

El mejoramiento de la fertilización del maíz criollo representó un incremento del 7 % en los costos variables del sistema maíz-frijol en relevo; además, un aumento del 26 % en beneficio neto, con una tasa de retorno de 3,6 debida al cambio en costos e ingresos. La relación ingreso total/costo total subió de 1,97 con fertilización tradicional, a 2,15 en el tratamiento mejorado. (Cuadro 2).

El análisis económico de las tecnologías utilizadas en frijol, sin considerar el maíz, muestra que el uso de fungicidas dio la mejor relación beneficio/costo (2,33), con un ingreso de C\$ 3 172 ha⁻¹, que fue el mayor; debe considerarse que las relaciones beneficio/costo fueron similares y que los rendimientos por tratamiento no mostraron diferencias significativas.

Los costos totales por sistemas para maíz-frijol no mostraron mucha variación, excepto para el maíz criollo con fertilización alta y 30 kg de N ha⁻¹ al frijol, que presentó los costos más altos (C\$ 7 090 ha⁻¹). Desde que las variedades de maíz mejoradas superaron ampliamente al criollo, con costos similares, el ingreso neto por sistemas fue 73 % mayor en ellas, lo que significó un incremento promedio de C\$ 4 953 ha⁻¹.

3. Evaluación agroeconómica de los cultivos frijol, linaza y sorgo en franjas alternas.

El sistema de cultivo prevaleciente en los municipios de Estelí y La Trinidad es frijol en monocultivo en primera y postera. Este cultivo sufre mucho el ataque de babosas (*Vaginulus plebeius*), especialmente en la postrera; no así la linaza que se siembra en las zonas altas de la región en la segunda mitad del año agrícola.

El sorgo y frijol asociados en franjas alternas es una alternativa que generó el Proyecto INTA-CATIE para el frijol monocultivo en Matagalpa, que luego se extrapoló a Estelí.

Por lo anterior se diseñó un experimento (Cuadro 3) para comparar el sistema sorgo-frijol en franjas alternas, el frijol en monocultivo en primera y postrera y el frijol en primera seguido de linaza en postrera. El objetivo fue evaluar sistemas de menor riesgo y que produzcan en forma más rentable.

Se sembró frijol Revolución 79 fertilizándolo con 22-57-4 kg ha⁻¹ de N-P y K; sorgo W-823-A fertilizado con 88-57-4 kg ha⁻¹ de N-P y K; y linaza criolla con 60-60 kg ha⁻¹ de N y P al voleo y cubierta con un poco de suelo antes de distribuir la semilla.

Cuadro 2. Costos, ingresos y beneficio/costo para dos tecnologías en el sistema maíz-frijol en relevo. Promedios de cinco localidades. Estelí, Nicaragua, 1982.

| Maíz criollo | | Frijol | Ingreso total (C\$ ha ⁻¹) | Costo total (C\$ ha ⁻¹) | Ingreso neto (C\$ ha ⁻¹) | Ingreso total/ costo total | |
|--------------|----|--------|--|--|---|-------------------------------|------|
| N | P | K | | | | | |
| (kg) | | | | | | | |
| 46 | 39 | 13 | 1/ | 12 440,65 | 6 290,14 | 6 150,51 | 1,97 |
| 82 | 57 | 4 | 1/ | 14 480,90 | 6 737,78 | 7 743,12 | 2,15 |

1/ Manejo igual al tradicional.

Cuadro 3. Descripción de ocho sistemas de cultivos con frijol, linaza y sorgo evaluados en Santa Cruz, Estelí, 1982.

| T R A T A M I E N T O S <u>1/</u> | | D E S C R I P C I O N <u>3/</u> | |
|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Primera | Postrera | Primera | Postrera |
| Frijol | Frijol | Frijol Monocultivo | Frijol Monocultivo |
| Frijol | Linaza | Frijol Monocultivo | Linaza Monocultivo |
| Frijol | 3/4 Frijol + 1/4 Sorgo | Frijol Monocultivo | 6 F + 2 S |
| Frijol | 1/2 Linaza + 1/2 Sorgo | Frijol Monocultivo | 2,4 m L + 6 S |
| 1/2 Frijol + 1/2 Linaza | <u>2/</u> | 6 F + 2,4 m L | <u>2/</u> |
| 4/7 Frijol + 3/8 Linaza | <u>2/</u> | 8 F + 2,4 m L | <u>2/</u> |
| 5/8 Frijol + 3/8 Linaza | <u>2/</u> | 10 F + 2,4 m L | <u>2/</u> |
| 2/3 Frijol + 1/3 Linaza | <u>2/</u> | 12 F + 2,4 m L | <u>2/</u> |

1/ Las fracciones corresponden a proporciones de áreas.

2/ Sistemas idénticos a la época de primera.

3/ F: Surcos de frijol

S: Surcos de sorgo

L: Linaza

m: Metros

Resultados

La precipitación total del año fue de 1 243,1 mm y de estos 285,4 mm cayeron durante la primera siembra y sólo 170,7 mm durante la segunda. El 73 % de la precipitación en el cultivo ocurrió durante los primeros 19 y 23 días a partir de la siembra de primera y segunda respectivamente, en ambos casos esa precipitación fue seguida de un período de sequía prolongado en la fase crítica de los cultivos.

El número de plantas de frijol cosechadas fue mayor en la siembra de postrera porque se usó una mayor cantidad de semilla debido a la mala germinación. A esto se puede atribuir, en parte, al aumento de tamaño de las plantas en la postrera (22 % más) y también una ligera disminución en el número de vainas por planta.

En linaza se cosechó el mismo número de plantas en ambas épocas de siembra; se observaron incrementos de 15 cm en la altura de las plantas en la postrera y un promedio de seis cápsulas más por planta, posiblemente por una prolongación de siete días en el ciclo de segunda con respecto al de primera. No se ha encontrado en la literatura información de sensibilidad de linaza al fotoperíodo.

El sorgo W-823-A se usó aquí por primera vez, a falta de otra variedad y solamente se incluyó en dos sistemas, donde se obtuvieron poblaciones adecuadas y plantas con un promedio de 138 cm de altura.

No se observó ningún efecto de la asociación en franjas sobre los cultivos en las variables discutidas, solamente varió el número de plantas; por el espacio que les tocó en el sistema.

Los resultados muestran que el rendimiento varió con la densidad de siembra de cada cultivo; la mayor variación se presentó para sorgo y linaza en el sistema 5/8F + 3/8L (10F + 2,4 mL).

Los rendimientos de frijol y linaza de postrera superaron ampliamente los de primera; en frijol por la mayor población y en linaza por el alargamiento del ciclo. Para sorgo, los rendimientos están fuera de lo normal, pues alcanzaron valores altos (4 550 kg ha⁻¹). Esto se atribuye a que el ensayo se ubicó en terreno plano y a la orilla de un río (Cuadro 4).

Análisis económico

El frijol + linaza en áreas iguales durante primera y postrera produjo el mayor ingreso total y neto con los costos más bajos. En esta asociación se obtuvo la mejor relación beneficio/costo (3,8) seguido por los sistemas frijol-6 F + 25 y frijol-2,4 m L + 65 con igual beneficio/costo (3,6).

Estos tres sistemas tienen la ventaja de producir frijol y permitir su selección adecuada en cuanto a riesgo, especialmente si se conoce la incidencia de babosas o lo errático de la precipitación.

Cuadro 4. Rendimiento e ingreso total por cultivo y época en ocho sistemas con frijol, linaza y sorgo. Santa Cruz, Estelf. 1982.

| Sistema de cultivo ^{1/} | | Rendimiento (kg ha ⁻¹) | | | Ingreso total por cultivo y época (C\$ ha ⁻¹) | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|------------------------------------|--------|---------|---|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| Primera | Postrera | Frijol | Linaza | Frijol | Linaza | Sorgo | Frijol | Linaza | Primera | Frijol | Linaza | Sorgo |
| F | F | 1 072,5 | - | 1 373,0 | - | - | 8 247,5 | - | 10 558,4 | - | - | - |
| F | L | 1 072,5 | - | - | 693,5 | - | 8 247,5 | - | - | 10 666,0 | - | - |
| F | 3/4 F+1/4 S | 1 072,5 | - | 1 203,5 | - | 2 885,0 | 8 247,5 | - | 9 354,9 | - | - | 6 347,0 |
| F | 1/2 L + 1/2 S | 1 072,5 | - | - | 397,5 | 4 485,0 | 8 247,5 | - | - | 6 113,0 | 9 867,0 | - |
| F + 1/2 L | 2/ | 693,2 | 278,7 | 1 001,0 | 521,0 | - | 5 330,7 | 4 286,4 | 7 697,7 | 8 013,0 | - | - |
| 4/7 F+3/7 L | 2/ | 723,3 | 210,0 | 1 006,0 | 441,0 | - | 5 563,7 | 3 091,4 | 7 736,4 | 6 782,6 | - | - |
| 5/8 F+3/8 L | 2/ | 826,0 | 107,5 | 1 109,0 | 278,5 | - | 6 351,9 | 1 653,3 | 8 528,2 | 4 283,3 | - | - |
| 2/3 F+1/3 L | 2/ | 676,0 | 156,0 | 1 144,0 | 273,5 | - | 5 198,4 | 2 399,3 | 8 797,4 | 4 206,4 | - | - |

^{1/} Las fracciones indican el área por cultivo.

^{2/} Idéntico a la época de primera.

F = Frijol, L = Linaza y S = Sorgo

El sistema Frijol -6 F + 25 se consideró como una alternativa para el sistema Frijol-Frijol, cuyos costos totales (C\$7 046,8 ha⁻¹) fueron los más altos, con una de las más bajas tasas de retorno.

4. Evaluación agroeconómica de tres tecnologías de manejo en el sistema frijol monocultivo durante la época de primera y postrera.

El sistema de cultivo tradicional de las zonas altas y medias (frijol en monocultivo) la practica el 53 % de los agricultores, tiene una productividad limitada por muchos factores como: malezas, enfermedades y mal manejo de la fertilización. Durante el período 81-82 se evaluó el control químico de enfermedades y malezas. Los resultados mostraron una menor incidencia de enfermedades aplicando mancozeb* a los 20 días de la siembra y un buen control de malezas con las combinaciones Prowl* 500 E (Pendimethalin) 1,4 ha⁻¹ más Surflán* 75 PM (orazalin) 0,05 kg ha⁻¹.

Para mejorar la productividad del sistema y generar más información en frijol se evaluó el control de enfermedades y malezas, conjuntamente con el nivel de fertilización. Para eso se establecieron cuatro experimentos en la zona alta de Estelí y cinco en la zona media de Pueblo Nuevo, distribuyéndolos en seis localidades para las siembras de primera y postrera. El ensayo constó de ocho tratamientos, combinando tres variables: fertilización, control de malezas y control de enfermedades.

Resultados

El cultivo se vio afectado por períodos prolongados de sequía tanto en la primera como la postrera. En la zona media la precipitación recibida por el cultivo fue de 200 mm la primera y 120 mm la postrera. En la zona alta hubo un total de 1 346 mm; 730 de ellos durante un temporal en mayo; en general durante las épocas de crecimiento del cultivo la precipitación fue escasa y mal distribuida.

Para el ciclo de primera no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para plantas cosechadas ni rendimiento; éste último aumentó significativamente (24 %) con el control químico de malezas. No hubo efecto con las aplicaciones de fungicidas ni con los niveles de fertilización.

Hubo una interacción positiva ($P = 0,01$) entre control químico de malezas y enfermedades y fertilización mejorada. Las variables granos por vaina, vainas por planta y altura de planta fueron significativamente diferentes entre tratamientos; los promedios más altos estuvieron asociados con el control químico de

* Ver nota de página 28.

malezas y enfermedades y la fertilización mejorada, lo que pudo deberse a la menor competencia por malezas y a la mayor disponibilidad de nitrógeno, Fig. 4.

Para el ciclo de postrera no hubo diferencias significativas ($P = 0,05$) para rendimientos, plantas cosechadas, vainas por planta y granos por vaina; sólo en altura de planta, por un aumento de 10 kg de nitrógeno por hectárea sobre el tratamiento tradicional.

Los rendimientos y la altura de planta fueron mayores que en la época de primera, en parte porque las poblaciones de plantas cosechadas fueron mayores y también por mejores condiciones de humedad durante la floración. Al comparar los rendimientos entre las dos tecnologías no se encontraron diferencias significativas entre fertilización y control de enfermedades ($P = 0,05$), pero sí para el control de malezas (10 %).

El control de malezas mostró interacción con la fertilización y el control de enfermedades ($P = 0,05$) y ésta fue negativa sólo con el uso de herbicida. (Cuadro 5).

Análisis económico

Para el ciclo de primera este análisis mostró que las tecnologías más rentables incluyeron el control químico de las malezas.

El mejor ingreso neto y beneficio/costo (C\$ 2 947,74 y 1,76) se produjo cuando se aplicó herbicida y fertilización mejorada. Con esta tecnología los costos variables se redujeron en C\$ 69,65 y el ingreso neto aumentó en C\$ 1 063,12. Al comparar los siete niveles de tecnología con el testigo se obtuvo un retorno marginal alto (41,77) mediante el control químico de las malezas.

La aplicación de fungicida solo o en combinación con fertilización mejorada fue de las prácticas menos rentables. Por cada unidad monetaria adicional en los costos variables el ingreso neto disminuyó en 1,13 unidades.

5. Evaluación de la respuesta del frijol a diferentes niveles de N-P y K.

Se hace necesario determinar niveles óptimos y rentables de fertilización en el frijol, para evaluarlos junto con otros componentes del sistema; lamentablemente en la región se carece de información al respecto.

Con este fin se establecieron cuatro ensayos en diferentes localidades de los municipios de Condega y La Trinidad, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por sitio. Los niveles ensayados correspondieron a cuatro dosis de N y de P₂O₅. Se incluyó un tratamiento con K₂O con fines exploratorios.

Cuadro 5. Promedios de rendimientos en kg ha⁻¹ para frijol monocultivo bajo tres tecnologías de manejo durante la primera y postrera. Estelí, N.Caragua, 1982.

| E P O C A | T E C N O L O G I A S | | | | | |
|--------------------|-----------------------|--------|----------------------|-------|---------------|------------|
| | CONTROL DE MALEZAS | | CONTROL ENFERMEDADES | | FERTILIZACION | |
| | Químico | Manual | Con | Sin | Mejorada | Agricultor |
| Primera | 882 a* | 713 b* | 814 a | 781 a | 810 a | 777 a |
| Postrera | 950 a | 862 b | 909 a | 904 a | 926 a | 910 a |
| Primera y postrera | 914 a* | 777 b | 855 a | 834 a | 860 a | 834 a |

* Diferencia altamente significativa (P = 0,01).

Promedios seguidos por la misma letra, dentro de cada columna no difieren estadísticamente (P = 0,05).

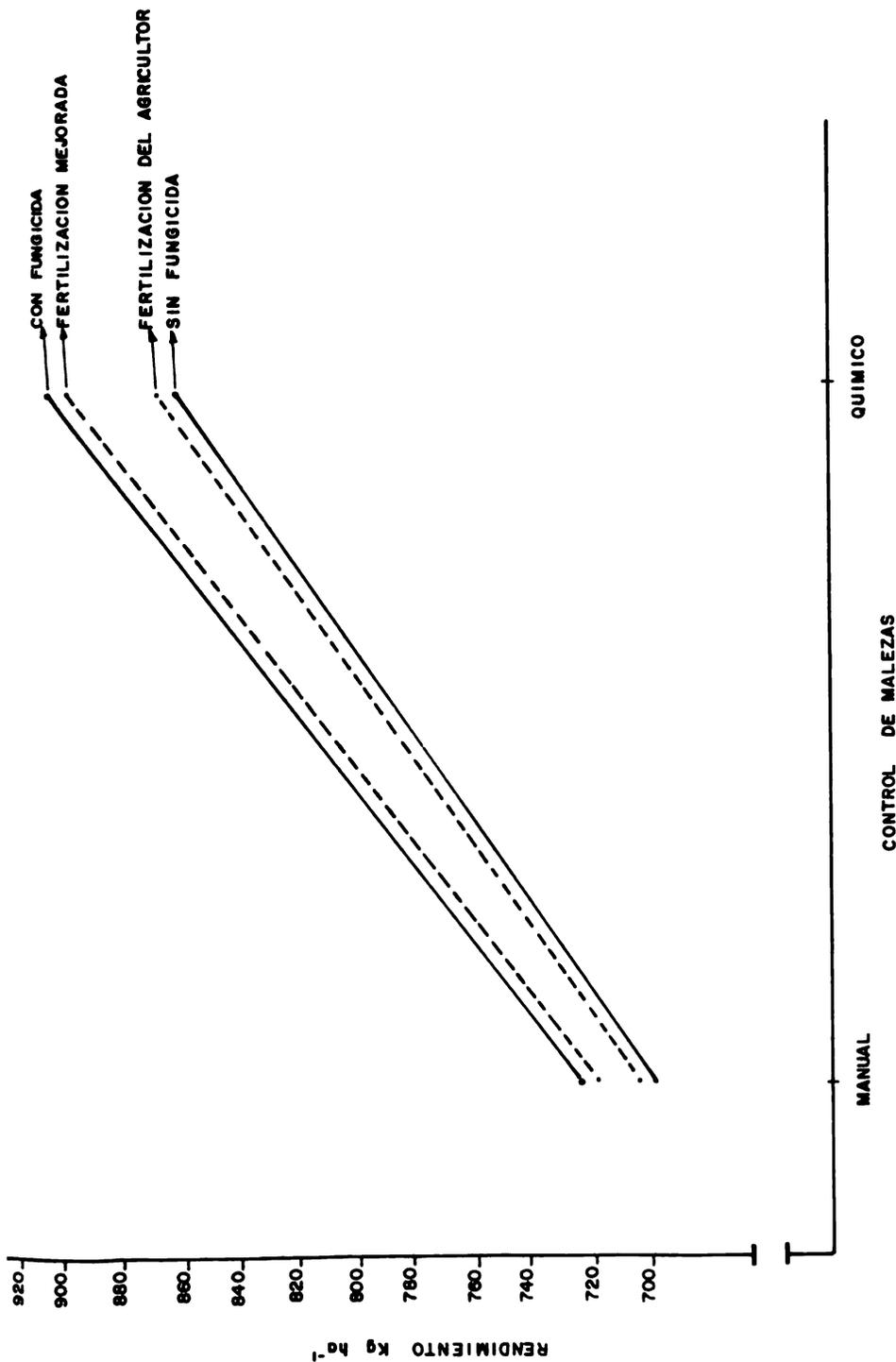


Figura 4. Líneas de tendencia que muestran la interacción de control de malezas por control de enfermedades y fertilización. Estelí, Nicaragua.

Resultados

Únicamente se logró evaluar el experimento ubicado en Condega debido a que la sequía y la mala germinación de la semilla de Revolución 79 impidieron el curso normal del proyecto. La sequía fue severa y el cultivo sólo recibió 110 mm del total anual de 865 mm de lluvia, lo que limitó la respuesta a la fertilización.

Los análisis químicos del suelo muestran niveles altos de P_{205} y K_{20} (36 Mg ml^{-1} y 1,12 mag 100 ml^{-1} respectivamente). El N no se analizó pero se encontró respuesta al aumentar los niveles con dosis fija de P_{205} de 90 kg ha^{-1} , lo que incrementó los rendimientos hasta un máximo de 1 560 kg ha^{-1} con 60 kg de N ha^{-1} . De igual manera se comportó el P_{205} al mantener una dosis fija de N de 60 kg ha^{-1} . La curva de respuesta fue cuadrática (Fig. 5). El máximo físico se obtuvo con 90 kg de P_{205} ha^{-1} . No se observó respuesta en rendimientos con el nivel exploratorio de K_{20} debido posiblemente a su alto contenido en el suelo.

Con respecto a las otras variables medidas, vainas por planta y plantas cosechadas, sólo esta última mostró diferencias significativas ($P = 0,05$) posiblemente debidas a la resiembra que se realizó en algunas parcelas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Características agronómicas del frijol a diferentes niveles de N-P y K durante la época de postrera. Santa Rosa, Condega, Estelí, 1982.

| N | Tratamientos P (kg ha^{-1}) | K | Rendimiento* (kg ha^{-1}) |
|----|--------------------------------------|----|---------------------------------|
| 0 | 90 | 0 | 1 134 ab |
| 20 | 90 | 0 | 1 197 ab |
| 40 | 90 | 0 | 1 412 ab |
| 60 | 90 | 0 | 1 560 a |
| 60 | 0 | 0 | 1 035 b |
| 60 | 30 | 0 | 1 088 ab |
| 60 | 60 | 0 | 1 252 ab |
| 60 | 120 | 0 | 1 198 ab |
| 60 | 90 | 40 | 1 316 ab |
| 0 | 0 | 0 | 966 b |

* Promedios dentro de una columna con la misma letra, no difieren estadísticamente ($P = 0,05$).

Análisis económico

El mejor beneficio neto (10,482 C\$ ha⁻¹) se obtuvo con 60-90-0 kg de N y P₂O₅, aunque con el nivel 40-90-0 el beneficio neto y costo variable disminuyó en 9 % y 13 % respectivamente, pero con la mayor tasa de retorno marginal (10,49).

6. Estudio del desarrollo y evaluación del control químico de enfermedades en el cultivo de frijol.

El cultivo de frijol padece muchas enfermedades que afectan su producción durante los dos ciclos del año. Los patógenos más perjudiciales son *Uromyces phaseoli*, *Isariopsis griseola*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Chaetoseptoria welmanii* y *Rhizotonia* sp.

Los experimentos efectuados en 1981 mostraron una reducción en la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) con la aplicación de 1 kg ha⁻¹ de mancozeb* a los 20 días después de la siembra. Con el objeto de mejorar la información se efectuaron dos ensayos para evaluar el control de enfermedades junto con otros componentes dentro del sistema, sembrando 52 kg ha⁻¹ de frijol Revolución-79 a 0,4 x 0,10 m y aplicando 22-57-4 kg de N-P y K ha⁻¹.

Resultados

El cultivo recibió una precipitación de 202 mm en la primera y de éstos 139 cayeron en las tres primeras semanas, lo que dejó muy poca humedad para el período de floración y fructificación. En la postrera el déficit de humedad fue mayor; cayeron sólo 116,4 mm y de esos, 89 mm se concentraron en los primeros 25 días del ciclo.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el uso de Vandozeb* (una y dos aplicaciones) y Basistin* (una aplicación). La producción máxima fue de 880 kg ha⁻¹ con una aplicación de Vandozeb*, superior al testigo en 215 kg.

En la prueba de Daconil* y mancozeb* efectuada en la misma época y en el mismo lugar no se detectaron diferencias significativas (P = 0,05) para ninguna variable, debido a que no se presentaron enfermedades en el cultivo, por razón de la sequía (Cuadro 7).

El mismo experimento se evaluó en el ciclo de postrera con la adición de un tratamiento de Thiram* a la semilla, pero aquí tampoco hubo significación, por la poca incidencia de enfermedades que causó la sequía, excepto por algo de mancha angular (*Isariopsis griseola*) y roya (*Uromyces phaseoli*). Los conteos

* Ver nota de página 28.

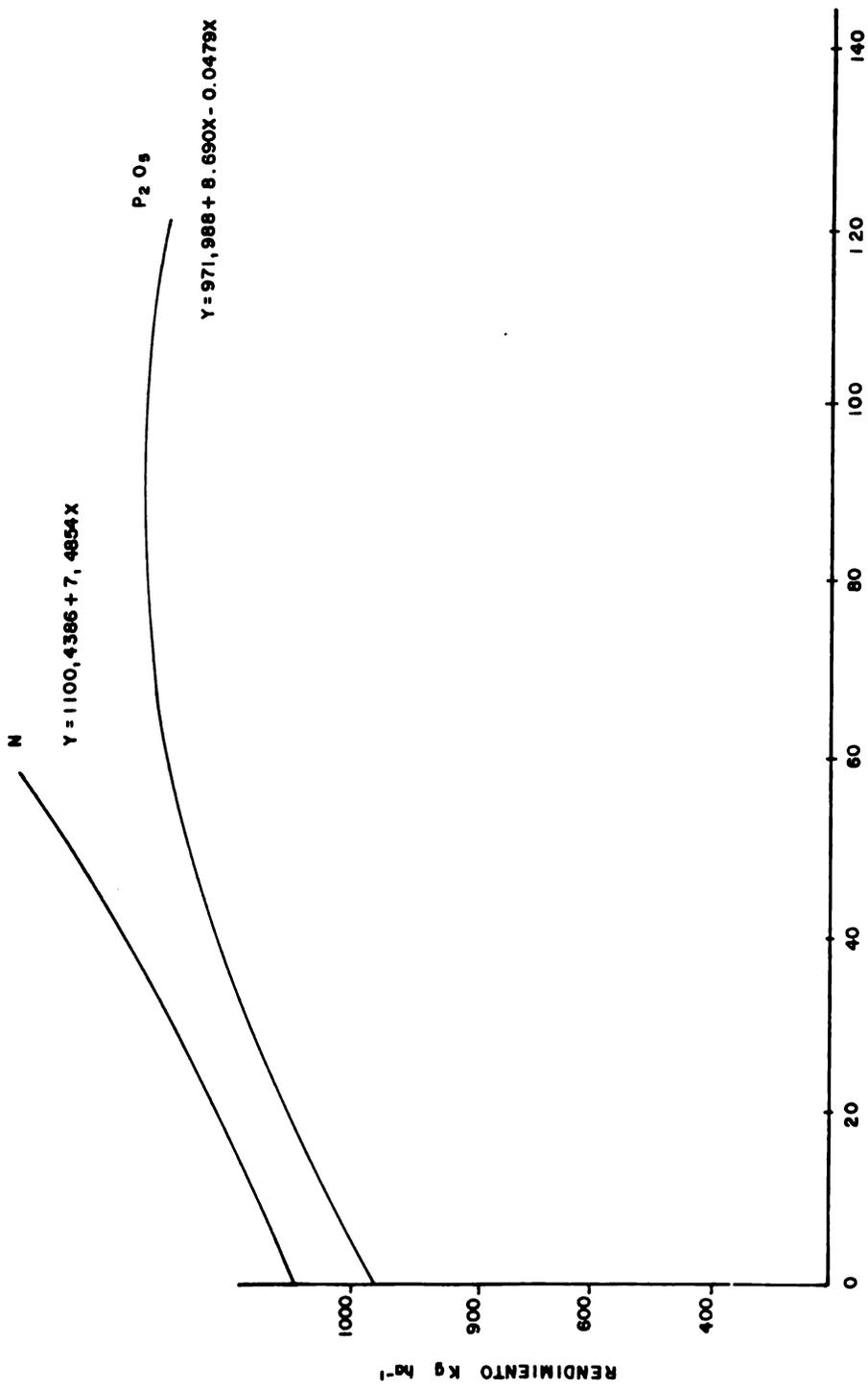


Figura 5. Respuesta del frijol a cuatro niveles de N y cinco niveles de P₂O₅ evaluados en sabana grande, Condega, Esteli, Nicaragua, 1982.

de esta última sí mostraron diferencias significativas entre tratamientos: la menor incidencia de roya ocurrió con clorotanil* a los 20 y 30 días de la siembra (58 % y 52 % menor que el testigo); estas diferencias no se manifestaron en los rendimientos, puesto que las infecciones fueron leves.

Cuadro 7. Características agronómicas del cultivo de frijol en la evaluación de tres fungicidas y dos épocas de aplicaciones en el control de enfermedades durante la época de primera. El Guapinol, Pueblo Nuevo, Estelí, 1982.

| Descripción del tratamiento | Plantas cosechadas (1 000 ha ⁻¹) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|---|--|------------------------------------|
| 1. Bavistin* 1 kg ha ⁻¹ 20 DDS** | 148 a | 863 a |
| 2. Bavistin 1 kg ha ⁻¹ 20 y 30 DDS | 157 a | 638 a |
| 3. Benlate* 0,5 kg ha ⁻¹ 20 DDS | 176 a | 602 a |
| 4. Benlate 0,5 kg ha ⁻¹ 20 y 30 DDS | 154 a | 720 a |
| 5. Vondozed* 2,0 kg ha ⁻¹ 20 DDS | 178 a | 880 a |
| 6. Vondozed 2,0 kg ha ⁻¹ 20 y 30 DDS | 156 a | 813 a |
| 7. Testigo (sin aplicación) | 177 a | 665 a |

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

** Días después de la siembra.

Promedios dentro de una columna, seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (P = 0,05).

7. Evaluación de la respuesta del henequén (*Agave* sp) en asociación con granos básicos, a la aplicación de niveles de N-P y K.

El henequén es un cultivo adaptado a la región (Estelí, Nueva Segovia, Madriz), donde se produce tradicionalmente en terrenos marginales. En La Trinidad, Departamento de Estelí, el cultivo se maneja sin insumos y produce unos 1 625 kg de fibra por hectárea.

El henequén produce desde el tercero o cuarto año hasta los 15 o 20 años y de la siembra a la primera cosecha el productor no recibe ningún ingreso. Es posible sembrar granos básicos en

* Ver nota de página 28.



asociación, pero no se hace normalmente, cuando la planta empieza su producción ya no es posible la asociación.

Para generar información sobre nuevos sistemas de cultivo del henequén, se estableció en 1980 un experimento en La Caña (La Trinidad) y otro en Santa Adelaida (Estelf) con cuatro niveles de nitrógeno, tres de fósforo y cuatro de potasio, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por localidad. El fósforo se aplicó a la siembra; el nitrógeno y el potasio 10 % en 1980, 20 % en 1981, 30 % en 1982 y el resto (40 %) se aplicó en 1983.

La distancia de siembra se modificó para asociarlo con granos básicos y facilitar la deshierba, la fertilización y la cosecha; no se afectó la población de plantas de henequén por hectárea. En 1982 el asocio se hizo con frijol en el ciclo de primera, pero este cultivo sufrió daños por exceso de lluvia.

Resultados

En Santa Adelaida se encontraron diferencias significativas al 0,05 entre tratamientos para las variables medidas. La altura de la planta y el número de hojas aumentan con los niveles de fósforo y potasio. El nitrógeno no mostró efectos.

En La Caña se obtuvieron diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos medidos en altura de planta y número de hojas. Ambas variables se incrementaron con aumentos en la dosis de nitrógeno. (Cuadro 8).

Aunque los suelos de ambas localidades eran ricos en potasio, la respuesta a dicho elemento en Santa Adelaida se debe a que el elemento no está allí disponible por la textura arcillosa de los suelos.

El número de hojas por planta estuvo correlacionado positivamente con la altura de la planta en ambas localidades ($r = 0,75$ y $0,65$).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de los siete grupos de experimentos descritos para 1982 en el área de Estelf permiten hacer las siguientes recomendaciones:

1. Fertilización de maíz en monocultivo en Las Animas y La Caña.

No se encontró respuesta al nitrógeno y fósforo, excepto que el número de mazorcas podridas disminuyó con el aumento de fósforo. Los máximos rendimientos se obtuvieron con la variedad NB-100 a 80 kg de nitrógeno ha^{-1} . El mayor beneficio, menor costo y mejor retorno se obtuvo con 60-20, y 80-20 kg de N-P ha^{-1} para maíz Olotillo y NB-100 respectivamente.

El ensayo se evaluó de nuevo en 1983 en busca de mejores condiciones de humedad y para efectuar análisis del suelo con anterioridad. Los resultados se exponen en la página 70.

Cuadro 8. Altura y número de hojas por planta en henequén (*Agave* sp) con diez niveles de fertilización. La Caña, La Trinidad, Esteli, 1982.

| T R A T A M I E N T O S (kg ha ⁻¹) | | Altura planta (cm) | | Incremento (%) | | Número de hojas por planta | | Incremento (%) | | |
|---|-----|-----------------------|-------|-------------------|------|-------------------------------|-------|-------------------|------|------|
| N | P | K | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 |
| 1 | 0 | 0 | 56 b | 82 b | 46 | 12 b | 22 ab | 83 | | |
| 2 | 0 | 100 | 61 ab | 86 b | 41 | 14 | 24 | 71 | | |
| 3 | 60 | 100 | 62 a | 89 ab | 44 | 12 | 23 ab | 92 | | |
| 4 | 120 | 100 | 64 a | 94 a | 47 | 15 a | 25 a | 67 | | |
| 5 | 180 | 100 | 60 ab | 96 a | 60 | 13 a | 26 a | 100 | | |
| 6 | 120 | 0 | 56 b | 86 b | 54 | 10 b | 22 ab | 120 | | |
| 7 | 120 | 50 | 58 b | 86 b | 48 | 12 b | 22 ab | 83 | | |
| 8 | 120 | 100 | 61 ab | 92 | 51 | 12 b | 23 ab | 92 | | |
| 9 | 120 | 100 | 62 a | 85 b | 37 | 13 a | 20 b | 53 | | |
| 10 | 120 | 100 | 60 ab | 85 b | 42 | 15 a | 23 ab | 53 | | |

Promedios seguidos por la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (P = 0,05).

2. Pruebas de maíz con frijol en relevo

El maíz mejorado produjo bastante mejor que el criollo. En la variedad local con 82-57-4 kg de N-P y K por ha dió mucho mejores rendimientos que con la fertilización corriente de 46-39-13 kg. Las variedades Jutiapa 7930 y local fueron precoces (50 días a la flor), mientras que NB-3 y NB-4 tardaron 61 días a la flor. La sustitución del maíz criollo por maíz mejorado generó incrementos de 73 % en el ingreso neto.

El frijol en relevo rindió 22 % más cuando se controlaron químicamente las malezas del maíz, en relación con el control manual. La aplicación de 30 kg de nitrógeno por ha de frijol no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento; tampoco el incremento de fósforo de 39 a 57 kg ha⁻¹.

No hubo diferencias significativas para aspersiones de fungicidas preventivos, para herbicidas, ni para ambas combinaciones en frijol en relevo. El número de plantas cosechadas, vainas por plantas y granos por vaina fueron muy similares en todos los tratamientos al maíz o al frijol.

En vista de las anteriores conclusiones se recomienda:

- a. Que el maíz mejorado, principalmente Jutiapa 7930, puede sustituir al maíz local con fertilización de 82-57-4 kg de N-P y K; su ciclo es corto y produce en condiciones de precipitación errática.
 - b. Usar la fertilización 84-75-4 kg de N-P y K por ha en maíz criollo, mientras se hallan niveles rentables más bajos.
 - c. Comprobar si se mantiene el mayor rendimiento del frijol en relevo de maíz tratado con herbicidas.
 - d. Evaluar la residualidad en frijol del fósforo aplicado en maíz a 39 y 57 kg ha⁻¹, en vista de que la sequía en postrera pudo haber limitado su efecto.
 - e. Repetir las aspersiones de fungicidas preventivos, el empleo de herbicidas y la aplicación de nitrógeno al frijol para evaluarlas en mejores condiciones de humedad en postrera.
3. Para los cultivos de frijol, linaza y sorgo en fajas alternas se concluye:
- a. Las tres especies estuvieron sometidas a sequía después de los 20 días de la siembra tanto en primera como en postrera, lo que afectó sus rendimientos.
 - b. La mayor población de frijol en postrera produjo mayor altura de plantas, menos vainas por planta y un aumento notable del rendimiento.
 - c. El número de plantas de frijol cosechadas y su rendimiento fue mayor que el de linaza, porque el frijol ocupó una área mayor en los sistemas.

- c. El período de la linaza se prolongó una semana en postrera y eso produjo más altura en las plantas y mejores rendimientos.
- e. El sorgo produjo mucho más de lo normal en la zona porque dispuso de suelos mejores.
- f. Los ingresos totales más altos, los menores costos y el mejor retorno se obtuvieron con áreas iguales de frijol y linaza en franjas. Le sigue en rentabilidad el frijol de primera más seis surcos de frijol y dos de sorgo en postrera y el frijol de primera más seis surcos de sorgo y dos franjas de 2,4 m de linaza en postrera. Estos tres sistemas se pueden adecuar a situaciones donde la sequía ofrece riesgos para el cultivo del frijol.

4. Frijol monocultivo en tres tecnologías de manejo.

Para el ciclo de primera el uso de herbicidas dio un 24 % más de rendimiento que la deshierba a mano y no hubo respuesta al fungicida ni a una fertilización mejorada, de menor costo que la tradicional. Los máximos promedios se obtuvieron al usar herbicidas con fungicidas o con fertilización mejorada. También hubo mayor altura de planta, más granos por vaina y más vainas por planta con el uso de herbicidas. La prolongada sequía afectó al frijol y hace necesaria una evaluación posterior en mejores condiciones.

Para el ciclo de postrera los rendimientos superaron a los de la primera y se incrementaron con el uso de herbicidas. Las aplicaciones de fungicidas y la fertilización mejorada no afectaron los rendimientos; sin embargo, hubo una interacción negativa para rendimiento entre el uso de herbicida con fungicidas y fertilización mejorada; esta respuesta se invirtió con el control manual de malezas.

En general, el uso de herbicidas con fertilización mejorada dio la máxima rentabilidad debido a la disminución de los costos respecto al sistema tradicional.

Los próximos ensayos deberán comparar el tratamiento de fungicida a la semilla con el tratamiento foliar.

5. La evaluación de niveles diferentes de N-P y K en frijol se vio afectada por la sequía. La respuesta al nitrógeno fue lineal y cuadrática la de fósforo. Los máximos físicos se obtuvieron con 60 kg de N y 90 de P por ha. El mejor beneficio neto se obtuvo con 60-90-0 kg ha⁻¹, con 40-90-0 los costos bajaron en 13 % con solo una ligera disminución del rendimiento.

6. La evaluación de fungicidas en frijol mostró que una sola aplicación de Vondozed* o Bavistin* a los 20 días después

* Ver nota de página 28.

de la siembra dio los mejores rendimientos. El tratamiento de la semilla con Thiran* mostró incompatibilidad con las aplicaciones posteriores de pendimethalin* más oryzalin* para la maleza. En el experimento que comparó Daconil* con mancozeb*, los mejores resultados se obtuvieron con una y dos aplicaciones de mancozeb. Igual ocurrió en el ciclo de postrera para el control de roya.

Debido a la sequía y poca incidencia de enfermedades se planea repetir esta evaluación.

7. En Santa Adelaida las pruebas en henequén mostraron una respuesta óptima en cuanto a hojas por planta y altura de planta con la aplicación de 100 kg de fósforo y 50 de potasio por ha, no hubo respuesta al nitrógeno. En La Caña la mejor respuesta se obtuvo con 100 kg de fósforo y 180 kg de nitrógeno por ha; en este caso no hubo respuesta al potasio. Se podrán hacer inferencias en henequén cuando se comience a cosechar.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

La transferencia se realizó en el campo, con la participación de agricultores y técnicos de Reforma Agraria y fue una actividad constante. Se llevó a cabo por medio de los ensayos y la adopción de sus resultados. Un ejemplo es la adopción de la alternativa "Sorgo y frijol en fajas alternas" adoptada por 27 agricultores del municipio de Pueblo Nuevo.

Coordinación y Apoyo

El Proyecto DGTA-CATIE-CIID se coordinó entre los equipos técnicos del CATIE en Nicaragua y la Dirección General de Técnicas Agropecuarias Región I (DGTA) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA).

El apoyo de CATIE se efectuó con visitas de los especialistas de la sede central (Turrialba), quienes visitaron los experimentos y dieron sugerencias y recomendaciones. También se contó con las visitas del representante del CIID.

Capacitación de personal

Esta capacitación se efectuó mediante charlas, seminarios y cursos: cuatro eventos con participación de 25 técnicos. En el entrenamiento sobre fertilidad y manejo de suelos que se llevó a cabo en Turrialba participaron los señores Douglas Rodríguez de DGTA, Sergio Corrales de CATIE y Gustavo Castillo de MIDINRA. En el curso sobre análisis y manejo de datos efectuados en Turrialba participaron los señores Orlando Moncada de

* Ver nota de página 28.

CATIE (CIID) y Orlando Torres de CATIE (PROTOTIPO). En las charlas sobre Manejo de Alternativas Tecnológicas que realizó el Proyecto CATIE/CEE en Estelí, participaron los señores Orlando Moncada, Sergio Corrales y 20 técnicos medios de Reforma Agraria; en el Seminario sobre Investigación de Fincas que se efectuó en San Carlos, Costa Rica, participó el señor Douglas Rodríguez de DGTA.

7 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN 1983-1984



En octubre de 1983 el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA) eliminó la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (DGTA) y creó seis Direcciones Generales (de Agricultura, de Ganadería, de Reforma Agraria, de Ingeniería y Fomento, de Recursos Humanos y Capacitación, y de Abastecimiento y Distribución) y tres entidades asesoras: Programa Alimenticio Nacional, Centro Integral de Estudios sobre Reforma Agraria y Secretaría General de Agricultura.

Durante el período 1983-1984 se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. Dos ensayos de fertilización de maíz en monocultivo con las variedades NB-100 mejorado y Olotillo criollo, que fue continuación del trabajo anterior para precisar niveles de nitrógeno y fósforo.

2. Evaluación de nueve tecnologías de manejo para el sistema "maíz con frijol en relevo". También este ensayo es una continuación de pruebas anteriores para investigar las limitaciones del sistema. El ensayo evaluó dos variedades de maíz, dos niveles de nitrógeno y el uso de fungicida en el frijol.

3. Nueve ensayos para evaluar tres tecnologías de manejo del frijol en primera y postrera: Dos niveles de fertilización, una dosis de fungicida y dos métodos de control de malezas (manual y químico).

4. Frijol, sorgo y linaza en monocultivo y en fajas alternas.

5. Respuesta de la linaza a la fertilización con nitrógeno y fósforo.

1. Los experimentos efectuados durante 1982-1983 para evaluar la respuesta del maíz Olotillo (criollo) y NB-100 (mejorado) a la fertilización con nitrógeno y fósforo, mostraron que en el criollo las dosis de 60-20 y 60-60 kg ha⁻¹ de N y P₂₀₅ fueron más rentables y dieron los más altos rendimientos. En cambio la variedad NB-100 obtuvo ese resultado con 80-20 kg ha⁻¹ de N y P₂₀₅.

Con estos resultados se planeó un experimento con los objetivos siguientes:

- Determinar si existe respuesta al N y P₂O₅ en las variedades NB-100 y Olotillo.
- Cuantificar los cambios económicos y los rendimientos por disminución de P₂O₅ a partir de las dosis recomendadas.
- Definir si la variedad NB-100 supera en rendimiento a Olotillo.
- Hallar los niveles económicos de fertilización para las dos variedades.
- Explotar el efecto en rendimiento de fuentes nitrogenadas con azufre.

El ensayo se ubicó en dos lugares: La Trinidad a 596 msnm y Condega a 547 msnm. Los tratamientos fueron tres niveles de N y dos de P₂O₅ con dos variedades: NB-100 y Olotillo. Se añadió un nivel de 80-40 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ para NB-100, donde se suministró N con 56 kg de sulfato de amonio y 24 kg de Urea al 46 %. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por lugar. La siembra se hizo a 0,8 m entre surcos y 0,5 m entre posturas (2 plantas), lo que dio 50 000 plantas por hectárea.

Resultados y Discusión

La precipitación pluvial mejoró ligeramente en 1983; sin embargo, en Las Animas el cultivo recibió sólo 263 mm; 171 mm menos que el año anterior cuando recibió riegos complementarios. En Santa Teresa cayeron 395 mm al cultivo y se obtuvo mejor rendimiento que en Las Animas. El Cuadro 9 muestra los rendimientos por tratamiento en ambas localidades.

La variedad mejorada superó en 596 kg ha⁻¹ a la variedad criolla y al incrementar el fósforo de 40 a 60 kg ha⁻¹ en la variedad NB-100 los rendimientos aumentaron en 665 kg ha⁻¹. Estas diferencias son significativas al 5 %.

Con la variedad Olotillo no se encontró respuesta a las aplicaciones de N y P. La variedad mejorada tampoco mostró efecto sobre el nitrógeno y azufre suministrados con sulfato de amonio; la falta de análisis del suelo impide explicar los resultados, no obstante sabiendo que esos suelos tienen un contenido de N y P de mediano a bajo.

Análisis económico

Se analizaron costos variables (insumos y mano de obra); beneficios brutos y netos y el índice beneficio neto/costo variable. Los costos variables fueron muy similares en cada localidad, los máximos valores se obtuvieron con 80 kg de N ha⁻¹ (entre 5 000 y 6 000 C\$ ha⁻¹).

Cuadro 9. Rendimiento de maíz en nueve tratamientos con niveles de fertilidad en dos variedades. Las Animas y Santa Teresa. Estelí, 1983.

| Tratamiento | | Las Animas | Santa Teresa |
|-----------------------------------|----------|------------------------|------------------------|
| N y P ₂ O ₅ | Variedad | (kg ha ⁻¹) | (kg ha ⁻¹) |
| 40 - 40 | Olotillo | 2 956 | 2 925 |
| 60 - 40 | Olotillo | 2 204 | 2 890 |
| 80 - 40 | Olotillo | 2 403 | 3 057 |
| 80 - 60 | Olotillo | 2 559 | 3 187 |
| 40 - 40 | NB-100 | 3 090 | 3 656 |
| 60 - 40 | NB-100 | 2 977 | 3 688 |
| 80 - 40 | NB-100 | 2 779 | 3 615 |
| 80 - 60 | NB-100 | 3 060 | 4 567 |
| 80 - 40* | NB-100 | 1 954 | 4 282 |

* Fuente de Nitrógeno: Sulfato de Amonio.

Cuadro 10. Efecto de los rendimientos de maíz causados por niveles de fertilización y variedad; promedio de dos localidades. Estelí, 1983.

| Factores y niveles | | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Variedad | Olotillo | 2 772 b* |
| | NB-100 | 3 368 a |
| ----- | | |
| Maíz Olotillo | Nitrógeno kg ha ⁻¹ | 2 744 a |
| | 40 y 60 | 2 802 a |
| | 80 | |
| ----- | | |
| | 40 | 2 940 a |
| | 60 | 2 547 a |
| ----- | | |
| Maíz Olotillo | Fósforo kg ha ⁻¹ | 2 730 a |
| | 40 | 2 873 a |
| | 60 | |
| ----- | | |
| Maíz NB-100 | Nitrógeno kg ha ⁻¹ | 3 353 a |
| | 40 y 60 | 3 377 a |
| | 80 | |
| ----- | | |
| | 40 | 3 373 a |
| | 60 | 3 333 a |
| ----- | | |
| | Fósforo kg ha ⁻¹ | 3 159 a |
| | 40 | 3 814 a |
| | 60 | |
| ----- | | |
| | 80 kg ha ⁻¹ de N | 3 198 a |
| | Urea 46 % | 3 120 a |
| | Sulfato de amonio | |
| ----- | | |

* Promedios seguidos por la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (P = 0,05).

Los tratamientos con altos rendimientos tuvieron mejores beneficios y una mayor relación beneficio/costo.

El máximo retorno de 1,16 en Las Animas y 1,65 en Santa Teresa se obtuvo de la variedad Olotillo con 40-40 kg ha⁻¹ de N y P₂₀₅. Esto se explica porque son los niveles de fertilización más bajos del ensayo y porque la variedad criolla no muestra respuesta a dosis más altas.

En la variedad NB-100 los niveles más rentables fueron 40-40 y 80-60 kg ha⁻¹ de N y P₂₀₅ para Las Animas y Santa Teresa respectivamente. El beneficio/costo fue de 1,20 y 2,36. Como se anotó anteriormente sólo hubo respuesta al P₂₀₅ en Santa Teresa y ello aumentó significativamente los rendimientos (Cuadro 10). También hubo allí mejor precipitación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El nivel 40-60 kg ha⁻¹ de N y P₂₀₅ debió incluirse en el ensayo ya que no se encontró respuesta al N pero sí al P₂₀₅. Además, ese tratamiento es menos costoso que el de 8-60 kg que resultó económico para NB-100.

Las dosis rentables halladas en 1983-1984 pueden validarse en la variedad NB-100.

2. Evaluación agroeconómica de nueve tecnologías de manejo en el sistema maíz con frijol en relevo.

Este es uno de los sistemas más practicados en Estelí y los últimos experimentos efectuados en 1982 mostraron que las variedades NB-3, NB-4 y NB-100 produjeron más de 4 000 kg ha⁻¹ en la zona; sobrepasando al testigo local en un 29 %, con aplicaciones de 82-57-4 kg de N, P₂₀₅ y K₂₀ por ha. Cuando el testigo se fertilizó con 46-39-13 kg, los rendimientos se redujeron en un 28 % respecto a las variedades NB. Sin embargo, los testigos fueron, en dos de los cinco sitios, criollos mejorados que sufren más al disminuirles la fertilización.

Cuando el frijol relevó a las variedades NB en esos ensayos, recibió aplicaciones de fungicida, herbicida y nitrógeno a los que no se encontró respuesta; aunque el frijol en relevo del maíz local no recibió ese tratamiento sus rendimientos fueron menores, quizá por falta de esos tratamientos, o porque el maíz que lo precedió no recibió control químico de las malezas sino mecánico.

Tampoco se encontró respuesta en el frijol de postrera al tratamiento con 57 y 39 kg de P₂₀₅ en el maíz.

Este ensayo se llevó a cabo con el fin de mejorar la información necesaria para una alternativa tecnológica; con los siguientes objetivos:

- Determinar si NB-100 es mejor que Olotillo
- Definir la fertilización económica de las dos variedades: 82-57 y 46-39 kg de N y P₂₀₅ ha⁻¹.

- Evaluar el tratamiento con herbicida al maíz y su residualidad por frijol.
- Determinar si las variedades de maíz en estudio afectan el rendimiento del frijol.
- Corroborar para el frijol, la inexistencia de residualidad del fósforo aplicado al maíz.
- Medir los efectos del nitrógeno y el fungicida aplicados al frijol.
- Evaluar económicamente cada tecnología.

Con este propósito se decidió reducir la variación usando solo una variedad de maíz criollo (Olotillo) y una mejorada (NB-100) por su ciclo de 90 días más adaptable a las condiciones erráticas de precipitación.

El ensayo se ubicó en seis lugares de Pueblo Nuevo, Condega y Estelf, con alturas de 595, 547 y 839 msnm. Los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro 11, se usó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por sitio. El frijol usado fue Revolución 79. El maíz se sembró a 0,8 m entre surcos y 0,5 m entre posturas; dos plantas por postura y 50 000 plantas por ha. El frijol se sembró a dos surcos por surco de maíz; lo que deja distancias alternas de 0,6 m y 0,2 m entre surcos y 0,2 m entre posturas de dos plantas y 200 000 plantas por hectárea.

Resultados

La distribución de la lluvia fue similar a la de 1982; sin embargo, fue mejor para el frijol que para el maíz.

Los rendimientos de maíz de hasta 4 000 kg ha⁻¹ fueron buenos, pues en la zona se considera satisfactorio uno de 2 600 kg ha⁻¹. El Cuadro 12 muestra el análisis estadístico combinado. La variedad NB-100 dio 3 918 kg ha⁻¹, significativamente mejor que la criolla y consistente con los resultados de 1982. El uso de herbicidas no dio diferencia significativa en el maíz criollo, pero sí en la NB-100. El uso de 82-57-4 y 46-39-13 kg de N, P y K ha⁻¹ no dio diferencias, lo que permitió reducir los niveles de fertilización tradicional.

El frijol no se afectó con la fertilización del maíz en la variedad mejorada ni con el herbicida; sin embargo, este último sí aumentó los rendimientos cuando se aplicó al maíz criollo. Parece que la fertilización alta en NB-100 (82-57-4 kg) más bien redujo los rendimientos del frijol; no se sabe si esto es significativo porque no se hizo un análisis combinado.

La aplicación de 30 kg de N por hectárea al frijol dio un aumento de 62 kg ha⁻¹ donde el maíz había recibido fertilización baja y 73 kg ha⁻¹ donde el maíz recibió fertilización alta; como no hubo efecto residual se descartó la posibilidad de interacción entre las fertilizaciones a los dos cultivos.

Cuadro 11. Descripción de nueve tecnologías de manejo evaluadas en el sistema maíz con frijol en relevo en seis localidades. Estelí, 1983.

| ----- Tratamiento al maíz (primera) ----- | | | Tratamiento al frijol 2/ |
|---|--|--------------------------|--------------------------|
| Variedad | Fertilización N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha ⁻¹) | Control de malezas 1/ | |
| NB-100 | 82 - 57 - 4 | Manual | Nitrógeno + Fungicida |
| NB-100 | 82 - 57 - 4 | Manual | Nitrógeno |
| NB-100 | 82 - 57 - 4 | Manual | Ninguno |
| NB-100 | 46 - 39 - 13 | Manual | Nitrógeno + Fungicida |
| NB-100 | 46 - 39 - 13 | Manual | Nitrógeno |
| NB-100 | 46 - 39 - 13 | Manual | Ninguno |
| NB-100 | 82 - 57 - 4 | Químico | Ninguno |
| Olotillo | 46 - 39 - 13 | Manual | Ninguno |
| Olotillo | 46 - 39 - 13 | Químico | Ninguno |

1/ Químico: 1,56 kg ha⁻¹ Gesaprim Combi 80 + 2,00 l ha⁻¹ Prowl 500 E.

2/ Nitrógeno: 30 kg ha⁻¹, Urea 46 % como fuente.

Fungicida: 2,0 kg ha⁻¹ Dithane M-45

Ninguno: Tradicional

Con aplicación de mancozeb al frijol la producción aumentó en 37 kg ha⁻¹ donde el maíz había recibido alta fertilización, aún así, no podemos atribuir este efecto al tratamiento.

En general el frijol rindió más cuando el maíz había recibido baja fertilización, o cuando se controlaron las malezas químicamente en la variedad Olotillo.

Cuadro 12. Características agronómicas del maíz evaluado en el sistema maíz con frijol en relevo bajo nueve tecnologías de manejo, promedios de seis localidades. Estelí, 1983.

| Comparación | Niveles | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|--|----------|------------------------------------|
| Niveles de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O | 82-57-4 | 3 781 a |
| | 46-39-13 | 3 741 a |
| Control de malezas Maíz NB-100 | Químico | 4 035 a |
| | Manual | 3 651 b |
| Control de malezas Maíz criollo | Químico | 3 448 a |
| | Manual | 3 545 a |
| Variedades | NB-100 | 3 918 a |
| | Olotillo | 3 499 b |

Promedios dentro de una columna con la misma letra, no difieren estadísticamente (P = 0,05).

Análisis económico

Los mejores rendimientos de maíz se obtuvieron con la variedad NB-100. El máximo de 4 035 kg ha⁻¹ se logró al usar herbicida; sin embargo, con esta tecnología se obtuvo el rendimiento más bajo de frijol. Para frijol los más altos rendimientos se obtuvieron con aplicaciones de nitrógeno.

El Cuadro 13 muestra como el sistema maíz NB-100 con baja fertilización generó la mejor relación beneficio costo (3,09 con nitrógeno al frijol y 3,03 sin nitrógeno al frijol). El tratamiento menos rentable fue maíz NB-100 con fertilización alta. Estas tecnologías fueron menos eficientes económicamente cuando se usó herbicida en el maíz y nitrógeno solo o con fungicida en frijol.

3. Evaluación agroeconómica de tres tecnologías de manejo en el sistema frijol (*Phaseolus vulgaris*) monocultivo durante la época de primera y postrera.

El proyecto DGTA-CATIE-CIID en busca de alternativas más rentables, estudió por separado en 1981 y 1982 los factores que afectan este sistema, que es tradicional en la zona media y

Cuadro 13. Análisis económico para nueve tecnologías en el sistema maíz con frijol en relevo, evaluadas en seis localidades. Estelí, 1983.

| Variedad | Tratamiento 1/ | | Frijol | Beneficio neto | Beneficio Neto Costos variables |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------|------------------------------------|
| | Maíz Fertilización | Control de malezas | | | |
| NB-100 | A | M | N + F | 16 769 | 2,51 |
| NB-100 | A | M | N | 16 490 | 2,51 |
| NB-100 | A | M | <u>2/</u> | 16 044 | 2,54 |
| NB-100 | B | M | N + F | 17 927 | 2,86 |
| NB-100 | B | M | N | 18 798 | 3,09 |
| NB-100 | B | M | <u>2/</u> | 17 901 | 3,03 |
| NB-100 | A | Q | <u>2/</u> | 17 294 | 2,64 |
| Olotillo | B | M | <u>2/</u> | 16 759 | 2,87 |
| Olotillo | B | Q | <u>2/</u> | 16 111 | 2,71 |

1/ A: 82-57-4 kg ha⁻¹ N-P205-K20
 B: 46-39-13 kg ha⁻¹ N-P₂O₅-K₂O

M: Manual

Q: Químico

N: Nitrógeno

F: Fungicida

2/ Sin aplicación (tradicional)

alta del departamento de Estelí. Estos factores son: competencia de malezas, enfermedades y fertilización. La evaluación citada se repitió en 1983-1984 mediante cuatro ensayos en Estelí, dos en Condega y tres en Pueblo Nuevo, distribuidos en seis localidades para las épocas de primera y postrera.

El ensayo tuvo ocho tratamientos basados en dos niveles de fertilización (tradicional y mejorada), una dosis de fungicida y dos métodos de control de malezas (mecánica y química), en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones por localidad. La variedad usada fue Revolución 79 a 52 kg de semilla por ha y a distancias de 0,4 m entre surcos y 0,1 m entre plantas.

Resultados

La época de primera recibió el 40 % de los 317 mm de precipitación en las primeras tres semanas. En la postrera la precipitación fue aún más escasa (188,6 mm), pero mejor distribuida.

En el ciclo de primera se obtuvo mejor rendimiento con las tecnologías de fertilización mejorada, lo que confirma los resultados de 1982-1983, cuando se alcanzó una máxima rentabilidad con fertilización mejorada y herbicida debido a la disminución de costos con respecto al sistema tradicional.

En el ciclo de postrera sólo se obtuvieron diferencias significativas para rendimiento en La Porra y Estanzuela; con base en los promedios, éstos fueron mejores para la fertilización mejorada en todas las localidades excepto en La Porra. Los mejores rendimientos se obtuvieron donde se aplicó herbicida, fungicida y fertilización mejorada juntos.

El análisis combinado en el Cuadro 14 muestra que los mejores rendimientos se lograron con fertilización mejorada y herbicida. La fertilización mejorada tiene un menor costo en relación con la del agricultor.

Con la fertilización tradicional y el control de enfermedades se observó una aparente interacción positiva para primera y negativa para postrera, lo cual se debe a la poca ocurrencia de enfermedades en postrera por baja precipitación.

Análisis económico

El Cuadro 15 muestra que en la primera, las tecnologías más rentables incluyen el control químico de malezas con fertilización mejorada; esta misma tecnología fue la más rentable en los ensayos realizados en 1982.

El Cuadro 16 muestra que en la postrera el mejor rendimiento se logró con herbicida, fertilización mejorada y fungicida; el segundo lugar se obtuvo con herbicida y fertilización mejorada.

Cuadro 14. Promedios de rendimiento en kg ha⁻¹ para frijol monocultivo bajo tres tecnologías de manejo durante la época de primera y postrera. Estelí, 1983.

| Epoca | Control de malezas | | Control de enfermedades | | Fertilización | |
|--------------------|--------------------|--------|-------------------------|-------|---------------|------------|
| | Químico | Manual | Con | Sin | Mejorada | Agricultor |
| Primera | 1 185 | 1 073 | 1 153 | 1 105 | 1 155 | 1 103 |
| Postrera | 1 147 | | 1 116 | 1 077 | 1 120 | 1 074 |
| Primera y postrera | 1 164 | 1 057 | 1 135 | 1 091 | 1 137 | 1 088 |

Cuadro 15. Rendimiento de tres tecnologías de manejo y sus combinaciones en el sistema frijol (*Phaseolus vulgaris* L) monocultivo, época de primera. Estelí, 1983.

| Descripción de tratamiento | Rendimiento (kg ha ⁻¹) | Beneficio Neto (BN) (C\$ ha ⁻¹) |
|----------------------------|------------------------------------|---|
| Ao Ho Fo | 943 | 4 848 |
| Ao Ho Fl | 1 070 | 5 787 |
| Ao H1 Fo | 1 131 | 6 469 |
| Ao H1 Fl | 1 170 | 6 633 |
| A1 Ho Fo | 1 179 | 6 793 |
| A1 Ho Fl | 1 102 | 6 052 |
| A1 H1 Fo | 1 270 | 7 638 |
| A1 H1 Fl | 1 171 | 6 654 |

Ao = Fertilización del agricultor

A1 = Fertilización mejorada

Fl = Con fungicida

Ho = Control manual de malezas.

H1 = Con herbicida.

Fo = Sin control de enfermedades

Cuadro 16. Rendimiento de tres tecnologías de manejo y sus combinaciones en el sistema frijol (*Phaseolus vulgaris* L) monocultivo en la época de postrera. Estelí, 1983.

| Descripción del tratamiento | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Ao Ho Fo | 1 102 |
| Ao Ho Fl | 936 |
| Ao H1 Fo | 1 106 |
| Ao H1 Fl | 1 079 |
| A1 Ho Fo | 1 021 |
| A1 Ho Fl | 1 126 |
| A1 H1 Fo | 1 153 |
| A1 H1 Fl | 1 254 |

Ao = Fertilización del agricultor

A1 = Fertilización mejorada

Ho = Control manual de malezas

H1 = Con herbicida

Fo = Sin control de enfermedades

Fl = Con fungicida

4. Evaluación agroeconómica de los cultivos de frijol, linaza y sorgo en fajas alternas.

El sistema frijol monocultivo es común en los municipios de Estelf y La Trinidad durante las épocas de primera y postrera, este cultivo es atacado mayormente por babosas (*Vaginulus plebeius*).

El proyecto DGTA-CATIE-CIID evaluó durante 1982 ocho sistemas de cultivos, para disminuir los riesgos de la producción de frijol al asociarlo con linaza y sorgo; se determinó que el frijol más linaza, en áreas iguales durante la primera y la postrera produjeron los máximos ingresos totales y netos con los costos más bajos.

En busca de nuevas alternativas para mejorar la rentabilidad se evaluaron en 1983 seis sistemas de cultivo con frijol, sorgo y linaza en el municipio de Estelf. Los tratamientos se pusieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Resultados

Durante el año (1983) la precipitación total fue de 914,6 mm, de los cuales 325 mm cayeron al cultivo de primera y 240 mm al de segunda.

La intensidad y distribución de la precipitación no afectó al frijol de primera. En la postrera el 63 % de la precipitación cayó durante los primeros veinticinco días. El cultivo de sorgo se perdió porque la sequía impidió su fructificación.

El número de plantas de frijol cosechadas fue mayor en la primera por el uso de más semilla debido a la baja germinación. La mayor altura de las plantas de frijol en primera se atribuye a la mayor densidad de plantas y a una mejor disponibilidad de humedad.

Los rendimientos de frijol en La Ceiba no mostraron diferencias significativas en ninguna de las dos épocas; sin embargo, fueron mucho mayores en la primera (1 400 kg más) debido a la mayor precipitación.

Tampoco hubo diferencias significativas para frijol en Las Cámaras en ninguna de las dos épocas. En general los rendimientos de la primera fueron buenos (entre 1 617 y 1 095 kg ha⁻¹).

Los mejores rendimientos en linaza se obtuvieron cuando se sembró en monocultivo (992 kg en La Ceiba y 1 445 kg en Las Cámaras). Estos rendimientos bajan del 50 % cuando se reduce a la mitad el área por asociación.

En La Ceiba no hubo diferencias significativas para rendimiento de linaza en monocultivo -comparándolo con linaza más frijol, cada una con 50 % del área- pero sí cuando se mantuvo el área y se cambió el asocio de frijol a sorgo.

Análisis económico

La linaza produjo el ingreso mayor por hectárea C\$ 22,022 en La Ceiba y C\$ 33,189 en Las Cámaras.

El frijol monocultivo en primera y la linaza monocultivo en postrera produjeron el máximo ingreso total y la mayor relación beneficio/costo, seguido por el sistema frijol monocultivo en primera y 1/2 del área de frijol 1/2 de linaza en postrera. Estos sistemas tienen la ventaja de producir frijol y ofrecer una alternativa a este cultivo cuando se tiene el ataque de babosas. Por esta razón es recomendable sembrar frijol en primera y linaza en postrera.

5. Evaluación de la respuesta del cultivo de linaza (*Linus usitatissimum* L) a la fertilización con nitrógeno y fósforo.

La linaza tiene muy buena perspectiva en la zona alta de Estelí (más de 850 msnm) debido al riesgo que existe en el frijol por el ataque de babosas. El rendimiento de linaza en la zona es de unos 500 kg ha⁻¹, debido principalmente a la escasa tecnología en uso.

Durante 1981 el proyecto DGTA-CATIE-CIID realizó en esta zona trabajos en fertilización nitrogenada en linaza y encontró que el máximo físico de 947 kg ha⁻¹ se obtuvo con 142 kg de nitrógeno por hectárea.

Para evaluar la respuesta de la linaza al nitrógeno y fósforo, por separado y en interacción, se pusieron dos ensayos en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, incluyendo cuatro niveles de N y dos de P₂O₅ con cuatro repeticiones en Tierra Blanca y cuatro en El Bonete (municipio de Estelí). Se usó la variedad de linaza criolla y se sembró al voleo con 19,5 kg ha⁻¹ de semilla; de igual manera se aplicó el fertilizante al momento de la siembra.

Resultados

El análisis químico de los suelos mostró niveles bajos de P₂O₅ en las dos localidades. Los niveles de K₂O fueron altos y el nitrógeno no se analizó.

La densidad de población fue baja en Tierra Blanca por la mala germinación y mala preparación del suelo, según se reflejó en los rendimientos.

En ambos lugares se observó un incremento de la producción al aumentar los niveles de nitrógeno; esta respuesta fue más notable en Tierra Blanca, donde 90 kg de N ha⁻¹ dieron una producción de 568 kg ha⁻¹, 136 % mayor que el testigo. Una fertilización igual en El Bonete produjo 652 kg ha⁻¹; un aumento de 21 % sobre el testigo.

La aplicación de 60 kg de fósforo por ha no mostró diferencia significativa con el testigo (sin fósforo) pero aumentó levemente los rendimientos.

El mayor rendimiento se obtuvo en ambos sitios con 90 kg de N y 60 kg de P_2O_5 por hectárea.

Análisis económico

El mayor beneficio neto (C\$ 7 029) y beneficio/costo (2,29) se obtuvo en Tierra Blanca con 90 kg de N y 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} . En El Bonete los máximos (C\$ 8 877 y 3,43) se obtuvieron con 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} . Esto último se debió a que allí no hubo mucha respuesta a ninguno de los dos nutrientes, por lo cual no se compensó el aumento en el costo.

8 CONCLUSIONES RECOMENDACIONES





La región interior central de Nicaragua se caracteriza por la aridez, por la mala distribución de la poca precipitación pluvial y por los suelos de pendientes pronunciadas. Además, esta región tiene una gran concentración de pequeños agricultores con una distribución inadecuada de la tierra, carece de buenas vías de comunicación y es evidente la escasez de transporte y mercado adecuado para sus productos.

El trabajo que ha sido objeto de este informe proporcionó a esa región, una mejor disposición de variedades de maíz, frijol, sorgo, linaza, henequén, yuca, caupí y ajonjolí; estas especies lograron mejores producciones que el material de cultivo tradicional en la zona. También, este trabajo proporcionó una serie de alternativas mejoradas para la producción: como la asociación de cultivos en fajas alternas, el cambio en el arreglo espacial de la asociación de cultivos, la sustitución del frijol por linaza en áreas con infestación de babosas, la sustitución de frijol por caupí en áreas donde el cultivo de postrera es riesgoso por la sequía y la respuesta de estos cultivos a diferentes niveles de fertilización y al uso de herbicidas y fungicidas.

Es evidente que en una zona seca, con una precipitación tan impredecible, no se pueden aproximar las mejores alternativas en un período de sólo seis años, tampoco se han podido evaluar adecuadamente los sistemas de cultivo más eficaces para el mejor aprovechamiento de la humedad, las mejores prácticas de fertilización, ni la conveniencia o no del uso de herbicidas y fungicidas.

También es evidente que la región necesita una mejor distribución de la tierra, mejores vías de acceso y transporte así como mejores facilidades de mercado.

No obstante haber trabajado allí con ocho especies y con muchas variedades de las mismas, pareciera que -fuera de las posibilidades de adaptación a la sequía que pudieran lograrse con más pruebas de variedades- la investigación en la zona tendrá que introducir otras especies que puedan proporcionar una mejor economía de la humedad a los cultivos de la asociación: quizá forestales o frutales. De otra manera es difícil obtener rendimientos mejores que los que aquí se reportan: los arreglos espaciales y cronológicos investigados son razonables para las especies en cuestión y están ya agotados; los niveles adecuados de fertilización han sido ya evaluados en aquellos cultivos; el beneficio que pueden aportar los fungicidas al frijol no es concluyente ni parece rentable y el beneficio por empleo de herbicidas, exceptuando la linaza al voleo, tampoco parece rentable donde la producción de por sí baja, se pierde con frecuencia y donde la mano de obra

es abundante. El problema recurrente es la pérdida del cultivo por falta de humedad, especialmente en las zonas media y baja. Pareciera más conveniente entonces recurrir al mantillo.

BIBLIOGRAFIA



BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). Proyecto Sistemas de Cultivos. Nicaragua. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. Mimeografiado. Turrialba, Costa Rica. 1981. 24 p.
2. _____. Informe Anual 1982. Proyecto Sistemas de Cultivo para Agricultores de Escasos Recursos en Nicaragua. Convenio DGTA-CATIE-CIID. Programa de Cultivos Anuales. Mimeografiado. Turrialba, Costa Rica. 1982. 59 p.
3. _____. Informe Técnico Anual 1982-1983. Proyecto Sistemas de Cultivo (Nicaragua). Convenio MIDINRA/CATIE/CIID. Departamento de Producción Vegeral. Mimeografiado. Turrialba, Costa Rica. 1983. 137 p.
4. _____. y MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA. Informe Anual de Labores Desarrolladas por el Programa de Cultivos Anuales en Nicaragua durante 1983. Mimeografiado. Turrialba, Costa Rica. 1984. 115 p.







EDICION

Dr. José Calvo
Ely Rodríguez A., Biólogo

MECANOGRAFIA

Rose Mary Garro Z.

DIBUJOS

Andrés Núñez P.

DISEÑO Y ARTE

Lic. Héctor Chavarría M.

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, 1985





Departamento de Producción Vegetal