

El Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos
ESQUEMA
Tesis de Licenciatura

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto del uso de obras de conservación de
suelos sobre los rendimientos de sorgo y frijol
y características del suelo en Namasigüe
y El Ocotal, Honduras**

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el Grado Académico de Licenciatura

2000

300952

presentado por

Beatriz Filomena Pozo Gordillo

MICROISIS: _____
FECHA: _____
ENCARGADO: _____

Honduras: Abril, 2000

#1110

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor


Beatriz Filomena Pozo Gordillo

Zamorano-Honduras
Abril, 2000

DEDICATORIA

A Dios por ser la base fundamental de mi vida y por guiarme siempre por el camino del bien.

A mis padres Beatriz Gordillo y Hugo Pozo, por ser mi inspiración, por el apoyo que me brindaron en cada paso de mi vida para poder llegar a formarme como persona y como profesional.

A mi familia entera porque siempre sentí su apoyo incondicional aún estando lejos.

A los programas de mejoramiento de sorgo y frijol que buscan día a día llegar a donde más se los necesita buscando mejorar las condiciones de vida de nuestros productores.

A los agricultores de la zona de Namasigüe y el Ocotál, por permitirme conocer más de cerca su realidad.

A todas las personas que hicieron posible la ejecución de este trabajo principalmente a mis asesores.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque me dio las fuerzas suficientes para seguir adelante, por aumentar mi fe y porque me dio un segundo hogar El Zamorano.

Al Zamorano, por darme la oportunidad de formarme en este campo y por haber formado mi carácter inculcándome los mejores valores disciplinarios.

A Beatriz y Hugo, por enseñarme los valores más grandes que debe tener una persona, por todos sus sacrificios y por darme siempre su amor.

A Rocío y Gustavo, por ser mis segundos padres y mis verdaderos amigos, gracias porque sin su ayuda yo no estaría acá, gracias por ser su hija, espero que siempre me miren así.

A mis abuelos, porque se que siempre en el horizonte me miran a mí, gracias abuelito por sus lágrimas sinceras espero ser siempre su orgullo.

A Marinita, porque siempre confió en mí, por sus consejos y por animarme siempre a llegar muy lejos, tenga por seguro que lo haré con la ayuda de Dios.

Al Dr. Wolfgang Zimmerman, por darme la mejor oportunidad de mi vida para formarme como profesional, por apoyarme siempre y por sus consejos.

Al Dr. Juan Carlos Rosas, por confiar en mí siempre y por enseñarme cada día a ser más responsable y a darle siempre valor a las cosas que más nos cuestan, por enseñarme a cultivar más valores como el respeto, la honestidad, sinceridad, responsabilidad y sobre todo paciencia. Gracias por ser más que un asesor un amigo.

A la Ing. Aracely Castro por brindarme su apoyo incondicional a cada instante, por ser más que una asesora una verdadera amiga, por enseñarme a trabajar con entusiasmo sin importar los obstáculos que se presenten en el camino, gracias Ingeniera porque me escuchó y me guió de la mejor manera para culminar mis estudios y porque siempre tuve un consejo oportuno de su parte.

A la Ing Hilda Flores porque siempre confió en mí y por motivarme cada día en lo personal y en lo profesional, gracias por ser una gran amiga y por brindarme su cariño, siempre agradeceré todo lo que hizo por mí, gracias infinitamente.

A la Dra. Margoth Andrews por su comprensión y porque me enseñó que la autoconfianza es el valor más grande que debo cultivar, gracias por su apoyo.

Al Ing. Hector Sierra por sus consejos, por su apoyo y enseñarme a verle siempre el lado positivo de las cosas.

A todo el personal de la estación experimental “La Lujosa”, por su apoyo en la realización de este trabajo, en especial a Juan por su cariño, respeto y dedicación.

Al personal del Laboratorio de Suelos Marthita, Jaqui, con quienes compartí los mejores y peores momentos, gracias chicas recuerden que siempre deben luchar por lo que quieren.

A todo el personal de el Proyecto de Investigación en Frijol (PIF), por su apoyo incondicional en especial a Edwin, Deysita, Jorge, Luz, Tomasita y Chiqui.

Al Dr. Pablo Emilio Paz por todos sus consejos, por enseñarme a hacer las cosas correcta e imparcialmente y por su amistad y cariño.

Al Ing. Marco Granadino por su apoyo incondicional en cada momento, por enseñarme la rectitud, prudencia y honestidad, gracias por enseñarme a hacer las cosas bien hechas.

A la familia Flores Pavón por abrirme las puertas de su casa y compartir conmigo el calor de hogar, gracias Sarita por ser más que mi amiga mi hermana.

A la familia Castillo Lizardo por compartir conmigo el calor de un hogar y no dejar jamás que me sienta sola, gracias Meluca por todo tu cariño.

A la familia Barahona Flores por ser mis padres adoptivos y brindarme sinceramente su amor fraternal y por haberme hecho parte de su familia.

Al Dr. y a la Dra. Flores, por confiar en mi, escucharme siempre, por sus consejos y porque siempre sentí cariño a su lado.

A Luis, Bertha, Erick, Pablo, Ricardo, Luwbia, Lucy, Graciela, Felix, Zoila, Sandra, Dennis, Eduardo, Sergio, Cintya, Wolfgang, por su verdadera amistad y cariño, sin su apoyo la vida aquí hubiese sido monótona.

A Allan, Belén, Darwin, Heidy, Ana, por ser más que mis mejores amigos mis hermanos, gracias porque siempre obtuve de ustedes motivaciones y regaños a su debido tiempo, gracias por su cariño ñaños.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional (DSE), por el financiamiento recibido para realizar mis estudios en el Programa Agrónomo.

Agradezco al Programa de Apoyo Colaborativo a la investigación Manejo de Suelos (SMCRSP donación USAID N° LAG-G-00-97-00002-00), a través de la Universidad de Texas A&M, por el financiamiento otorgado para poder continuar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco al Proyecto UNIR Zamorano por el financiamiento brindado para la culminación de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a la Decanatura Académica, por el financiamiento brindado para poder culminar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a mis padres y a mi familia entera, por el sacrificio realizado para la culminación de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

RESUMEN

Pozo G., Beatriz. 2000. Efectos del uso de obras de conservación de suelos sobre los rendimientos de sorgo y frijol y sobre las características del suelo en Namasigüe y El Ocotal, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 54 p.

Aproximadamente el 80% de Honduras es de topografía montañosa y el resto es considerado como zona plana. Debido a esto los pequeños agricultores utilizan terrenos con pendientes pronunciadas para producir frijol, sorgo y maíz. Estudios anteriores demuestran que las obras de conservación de suelo pueden reducir drásticamente la escorrentía y erosión en los suelos de ladera. Adicionalmente entre las prácticas que se recomiendan para compensar la baja productividad, se incluye un período de descanso en las parcelas que varía de tres a cuatro años, aunque debido al rápido incremento en la población y a la falta de tierra disponible, éste tiende a acortarse. El objetivo fue cuantificar la efectividad del barbecho, barreras vivas y labranza mínima como sistemas de producción sobre una producción sostenible de sorgo y frijol. Se condujo un ensayo en Namasigüe, Choluteca, utilizando sorgo; y otro en El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso, con frijol. Se analizaron los suelos y se evaluaron los rendimientos y sus componentes. El diseño experimental utilizado para el sorgo fue BCA con parcelas divididas y para el frijol BCA. Se utilizaron tres variedades de sorgo mejorado, dos fotosensibles (DMV-137 y DMV-198) y Sureño no fotosensible; y la variedad mejorada de frijol Tío Canela-75. El efecto sobre el rendimiento de las obras de conservación no resultó significativo para las variedades de sorgo. Solamente la variable peso de las variedades de sorgo se comportó mejor bajo el sistema de barbecho. Los rendimientos de las variedades fotosensibles no superaron al del Sureño en ninguno de los sistemas. El sistema de producción no afectó la densidad aparente del suelo, pero fue a mayor profundidad (15-30 y 30-45 cm) en todos los sistemas de producción. La labranza mínima generó un aumento en la fertilidad y calidad del suelo. El rendimiento del frijol y sus componentes, no fueron afectados por el sistema de producción. El sistema de barreras vivas aumentó el contenido de N total del suelo por la incorporación de los rastrojos. Aunque económicamente la alternativa de usar la fertilización del agricultor resultó ser más rentable que la fertilización recomendada según el análisis de suelo, es recomendable hacer aplicaciones de nutrientes al suelo como materia orgánica, estiércol o fertilizantes.

Palabras claves: Barbecho, barreras vivas, escorrentía, fertilización, labranza mínima nutrimentos.


Abelino Pitty, Ph.D.

Nota de prensa

¿BENEFICIAN AL AGRICULTOR LAS OBRAS DE CONSERVACION?

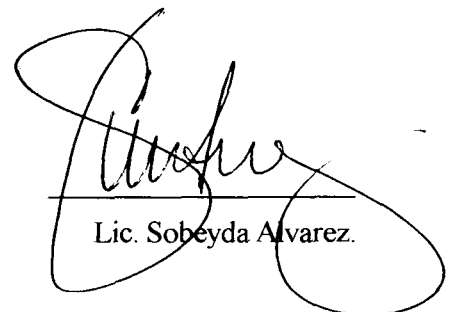
Debido a la topografía montañosa de Honduras (aproximadamente el 80%), los pequeños agricultores utilizan terrenos con pendientes pronunciadas para producir frijol, sorgo y maíz. Las principales prácticas culturales que realizan son la tala y quema, problema que incrementa la pérdida de suelo y su fertilidad por la exposición de éste a las gotas de lluvia.

Las obras de conservación de suelos pueden reducir drásticamente la escorrentía y erosión en los suelos de ladera. Entre estas prácticas se recomiendan: un período de descanso en las parcelas que varían de tres a cuatro años, periodo que puede reducirse por las necesidades de alimento y vivienda de la una población creciente, uso de barreras vivas y labranza mínima.

Con el objetivo de determinar el efecto de las obras de conservación sobre los rendimientos de sorgo y frijol y sobre las características del suelo se llevaron a cabo dos ensayos uno en Namasigüe, Choluteca y el otro en El Ocotal, Yuscarán. Estos ensayos se establecieron en parcelas de pequeños productores de ladera y se determinó que el sistema de labranza mínima aumentó la fertilidad y calidad del suelo. Además se encontró que el sorgo mejorado Sureño fue superior en rendimiento a los sorgos sensibles a las horas luz.

Adicionalmente el rendimiento del frijol Tío Canela-75 no fue afectado por el tipo de fertilización (agricultor/según análisis de suelo).

En términos económicos el empleo de una fertilización tradicional resultó ser más rentable que aquella recomendada por un laboratorio de suelos, pero esto no elimina la necesidad de realizar aplicaciones de materiales que provean nutrientes al suelo como son la materia orgánica, estiércol y hacer un uso adecuado de los fertilizantes, con el fin de mantener la productividad del suelo a largo plazo.



Lic. Sobeyda Alvarez.

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de Firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimientos a patrocinadores.....		vii
Resumen.....		viii
Nota de prensa.....		ix
Contenido.....		x
Índice de Cuadros.....		xiv
Índice de Anexos.....		xvi
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivo específico.....	2
2.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	PROBLEMATICA DE LA EROSION EN EL SUR DE HONDURAS....	3
2.1.1	Erosión física del suelo.....	3
2.1.2	Prácticas agrícolas.....	3
2.1.3	Deterioro químico.....	4
2.2	CONSERVACION DEL SUELO DE LADERAS.....	4
2.3	NECESIDAD DE LA CONSERVACION DE SUELO.....	5
2.3.1	Barreras vivas.....	6
2.3.1.1	Pasto valeriana.....	7
2.3.1.2	lAPIña.....	8
2.3.2	Barbecho.....	8
2.4	CALIDAD DE SUELO.....	9
2.4.1	Indicadores de calidad de suelo.....	9
2.4.1.1	Estabilidad de agregación.....	10
2.4.1.2	Carbón activo.....	10
2.5	CARACTERISTICAS DEL SUELO.....	11
2.5.1	Materia orgánica.....	11
2.5.2	Textura.....	11
2.5.3	Densidad aparente.....	11
2.5.4	pH.....	12
2.6	ENMIENDAS.....	12
2.6.1	Encalamiento.....	12

2.7	NUTRIMENTOS PRIMARIOS	12
2.7.1	Nitrógeno.....	12
2.7.2	Fósforo.....,	12
2.7.3	Potasio.....	13
2.8	NUTRIMENTOS SECUNDARIOS.....	13
2.8.1	Calcio.....	13
2.8.2	Magnesio.....	13
2.8.3	Azufre.....	13
2.9	MICRONUTRIMENTOS.....	13
2.9.1	Boro.....	14
2.9.2	Cloro.....	14
2.9.3	Cobre.....	14
2.9.4	Hierro.....	14
2.9.5	Manganeso.....	14
2.9.6	Molibdeno.....	15
2.9.7	Zinc.....	15
2.9.8	Niquel.....	15
2.10	SORGO.....	15
2.10.1	Sistemas de Cultivo.....	16
2.11	FRIJOL.....	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1	Ensayo de sorgo.....	17
3.1.1	Localización del ensayo.....	17
3.1.2	Fase de campo.....	17
3.1.2.1	Tratamientos.....	17
3.1.2.2	Establecimiento de parcelas.....	17
3.1.2.3	Siembra.....	17
3.1.2.4	Toma de muestras.....	18
3.1.2.5	Cosecha.....	18
3.2	Ensayo de frijol.....	18
3.2.1	Localización del ensayo.....	18
3.2.1.1	Tratamientos.....	19
3.2.1.2	Sistema de producción.....	19
3.2.1.3	Toma de muestras.....	19
3.2.1.4	Siembra de ensayo.....	19
3.2.1.5	Cosecha.....	20
3.3	EVALUACION DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION POR LOS AGRICULTORES.....	20
3.4	FASE DE LABORATORIO.....	20
3.4.1	Determinación de características del suelo.....	20
3.4.1.1	Densidad aparente.....	20
3.4.1.2	Textura.....	20
3.4.1.3	Carbón activo y estabilidad de los agregados.....	21
3.5	ANALISIS QUIMICO.....	21

3.6	ANALISIS ECONOMICO PARA FRIJOIL.....	21
3.7	ANALISIS ESTADISTICO.....	21
3.7.1	Sorgo.....	21
3.7.2	Frijol.....	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	EVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO EN NAMASIGUE CHOLUTECA.....	22
4.1.2	Número de panojas.....	23
4.1.3	Peso de panojas.....	23
4.1.4	Rendimiento.....	23
4.1.5	Peso del grano.....	24
4.2	ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA.....	24
4.2.1	Estabilidad de los agregados.....	25
4.2.2	Carbono activo.....	25
4.2.3	Textura.....	26
4.2.4	pH.....	26
4.2.5	Materia orgánica.....	26
4.2.6	Densidad aparente.....	26
4.3	MACRONUTRIMENTOS.....	27
4.3.1	Nitrógeno.....	28
4.3.2	Fósforo.....	28
4.3.3	Potasio.....	28
4.4	ELEMENTOS SECUNDARIOS.....	29
4.4.1	MICRONUTRIMENTOS.....	29
4.4.1.1	Cobre.....	29
4.4.1.2	Zinc.....	30
4.4.1.3	Boro.....	30
4.5	ANALISIS FOLIAR.....	30
4.5.1	Análisis foliar del sorgo sembrado bajo los sistemas de producción.....	30
4.5.1.1	Nitrógeno.....	30
4.5.1.2	Fósforo.....	30
4.5.1.3	Potasio.....	30
4.5.1.4	Calcio.....	31
4.5.1.5	Magnesio.....	31
4.5.2	Análisis foliar de las variedades de sorgo.....	31
4.5.2.1	Nitrógeno.....	31
4.5.2.2	Fósforo.....	32
4.5.2.3	Potasio.....	32
4.5.2.4	Calcio.....	32
4.5.2.5	Magnesio.....	32
4.6	EVALUACION DEL TRATAMIENTO DE FERTILIZACION BASADO EN EL ANALISIS DE SUELO Y DEL TRATAMIENTO DEL AGRICULTOR EN FRIJOL EN EL OCOTAL, YUSCARAN, EL PARAISO.....	32

4.7	ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DEL FRIJOL EN EL OCOTAL, YUSCARAN, HONDURAS.....	33
4.7.1	Estabilidad de los agregados.....	33
4.7.2	Carbono activo.....	33
4.7.3	pH y materia orgánica.....	34
4.8	MACRONUTRIMENTOS.....	34
4.8.1	Nitrógeno.....	34
4.8.2	Fósforo.....	34
4.8.3	Potasio.....	35
4.9	ELEMENTOS SECUNDARIOS.....	35
4.9.1	Calcio y Magnesio.....	35
4.10	EVALUACION DEL TRATAMIENTO DE FERTILIZACION BASADO EN EL ANALISIS DE SUELO Y DEL AGRICULTOR, POR LOS PRODUCTORES DE EL OCOTAL, YUSCARAN.....	35
4.11	ESTUDIO ECONOMICO.....	36
5.	CONCLUSIONES.....	39
6.	RECOMENDACIONES.....	40
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
8.	ANEXOS.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Valores observados de pérdidas anuales de suelo (t/ha) en Namasigüe, Choluteca. Honduras	3
2. Pérdida total anual de N y P (kg/ha) en Namasigüe, Choluteca	4
3. Medias de la biomasa seca (g) de las variedades de sorgo DMV-137, DMV-198 y Sureño en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	22
4. Rendimiento (kg/ha) y sus componentes de las variedades de sorgo, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	23
5. Peso de 50 granos en las variedades de sorgo fotosensibles. Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	24
6. Análisis de medias de las características de suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	25
7. Medias de la densidad aparente según la profundidad de muestreo. Namasigüe, Choluteca. Honduras 1999.....	27
8. Análisis de medias del contenido de macroelementos en el suelo, antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca. Honduras.....	28
9. Medias de los elementos secundarios en el suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	29
10. Medias de los contenidos de microelementos en el suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	29
11. Contenido de N, P, Ca y Mg en el sorgo sembrado bajo tres sistemas de producción en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	30
12. Análisis foliar de las variedades de sorgo en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.....	31

13.	Rendimiento de frijol (kg/ha) y sus componentes, para los tratamientos basados en el análisis de suelo y del agricultor, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.....	32
14.	Análisis de medias de características de suelo antes de la siembra, en cada sistema de producción, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.....	33
15.	Contenido de nutrientes en el suelo presiembra bajo los sistemas de producción, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.....	34
16.	Análisis de presupuesto parcial para cada tratamiento en la producción de frijol en el sistema de barbecho, considerando los costos diferenciales para cada tratamiento en El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.....	37
17.	Análisis de presupuesto parcial para cada tratamiento en la producción de frijol en el sistema de barreras vivas, considerando los costos diferenciales para cada tratamiento en El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Pag.
1.	Análisis de suelo en la Comunidad de Namasigüe, Choluteca Namasigüe, Choluteca, 1999.....	46
2.	Análisis de suelo en la Comunidad de El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso...	48
3.	Análisis foliar de las variedades de sorgo fotosensibles DMV-137 y DMV-198 en la comunidad de Namasigüe, Choluteca,	50

1. INTRODUCCION

El rápido crecimiento de la población asociado con una mayor demanda de alimento en los países en vías de desarrollo, está causando la expansión de la agricultura a terrenos con pendientes pronunciadas susceptibles a la erosión. En América Latina se estima la siembra en laderas de aproximadamente 400 millones de hectáreas (USAID, 1994).

Alrededor del ocho por ciento de la población mundial se dedica a la agricultura de subsistencia, principalmente en zonas de ladera. En Honduras, las prácticas tradicionales de tala y quema en estas zonas favorecen la rápida degradación de sus suelos frágiles, la que se incrementa debido al intenso pastoreo y la falta de prácticas de conservación de suelos. En 1972 se reportaron 397,800 ha de tierra erosionada, que para el año 1983 se incrementaron a 760,000 ha (Thompson, 1992).

Uno de los objetivos del proyecto Prácticas de Manejo de Suelos para la Producción Sostenible en Laderas Tropicales Altamente Pobladas (UDAID/Soil Management Collaborative Research Support Program/Texas A&M University), es contribuir a romper las barreras que limitan la conservación de suelos y agua. Este proyecto ha realizado trabajos principalmente en Haití, Honduras y Nicaragua, evaluando la interacción existente entre las características ambientales, económicas e institucionales; las características representativas del suelo en laderas tales como pérdidas de escorrentía superficial, suelo y nutrientes; y los costos y beneficios de las prácticas a nivel de campo (Thurow, 1995).

Estudios realizados en el sur de Honduras demuestran que el uso de obras de conservación puede reducir drásticamente la escorrentía y erosión del suelo (Smith, 1997). Una práctica muy común en esta región es dejar en descanso las parcelas por un período de tres a cuatro años. Sin embargo, debido al rápido incremento en la población y a la falta de tierra disponible, este período de descanso tiende a acortarse.

Ante la rápida degradación que están sufriendo las cuencas a nivel nacional, el gobierno de Honduras con la colaboración de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) inició en 1980 el Proyecto de Manejo de los Recursos Naturales (NRMP). El objetivo principal de este proyecto fue mejorar la eficiencia en el uso de la tierra a nivel de pequeños agricultores y proteger los recursos naturales. En 1992, este proyecto se extendió con el Proyecto de Mejoramiento de la Productividad del Suelo (LUPE). La meta principal de este proyecto fue promover la producción sostenible en fincas de ladera y evaluar técnicas de conservación de suelo y agua. Además de estos proyectos, otras instituciones como Vecinos Mundiales, Visión Mundial,

UNIR/Zamorano y CARE han brindado su apoyo en transferencia de técnicas de conservación de suelos en los departamentos de El Paraíso, Francisco Morazán, Valle y Choluteca (USAID, 1994).

El trabajo de estas instituciones se ha basado en la premisa de que el potencial para incrementar la producción de cultivos de una manera sostenible en terrenos de ladera depende en gran medida del uso de prácticas adecuadas de conservación de suelo y agua (Thompson, 1992).

Mediante esta investigación se estudió la eficiencia de los sistemas de manejo de suelos en fincas de pequeños agricultores de ladera, usando barreras vivas, barbecho natural y labranza mínima sin ningún tipo de obra de conservación, para mantener o mejorar la producción sostenible de granos básicos de sorgo y frijol.

1.1. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación fueron:

1.1.1. Objetivo general

Determinar la efectividad de tres sistemas de manejo de suelos de pequeñas fincas de ladera, en la producción sostenible de sorgo y frijol.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de diferentes sistemas de manejo en la producción de grano y biomasa del cultivo de sorgo en Namasigüe, Choluteca.
2. Evaluar las propiedades físico-químicas del suelo bajo los diferentes sistemas de manejo en Namasigüe, Choluteca.
3. Determinar el efecto de diferentes sistemas de producción bajo diferentes sistemas de fertilización sobre el rendimiento del cultivo de frijol en la aldea El Ocotal, El Paraíso.
4. Evaluar las propiedades físico-químicas del suelo bajo bajo diferentes sistemas de manejo en la aldea El Ocotal., El Paraíso.
5. Determinar la rentabilidad de prácticas de fertilización del cultivo de frijol en la aldea de El Ocotal, El Paraíso.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. PROBLEMATICA DE LA EROSION EN EL SUR DE HONDURAS

2.1.1 Erosión física del suelo

Uno de los principales problemas que afecta a las naciones en vías de desarrollo es la degradación de los recursos naturales y los daños como consecuencia de un pobre manejo de estos. En Honduras, el pobre manejo de las tierras de ladera debido a la deforestación, falta de obras de conservación de suelos y el sobre pastoreo producen una acelerada erosión de los suelos y una rápida degradación de las cuencas (Samayoa, 1999).

Según LUPE (1997), en Honduras las pérdidas de suelo en terrenos de ladera fluctúan entre 55-145 TM/mz/año, lo que equivale a una reducción de 4 a 10 mm de espesor, es decir, de 4-10 cm cada 10 años.

En un estudio realizado durante tres años (Smith, 1997), se encontró que terrenos en ladera cultivados bajo el sistema tradicional de roza y quema son más vulnerables a la erosión (Cuadro 1). La reducción de la cobertura de suelo combinada con una alta erosividad de las lluvias producen una mayor cantidad de escorrentía y pérdida del suelo. Sin embargo, aún con el uso de prácticas de protección del suelo, siempre existe pérdida de suelo por escorrentía.

Cuadro 1. Valores observados de pérdidas anuales de suelo (t/ha) en Namasigüe, Choluteca, Honduras.

Campos de tratamiento	1993	1994	1995
Roza y quema	0.3	45.8	138.2
Sólo mulch	0.7	0.4	39.1
Valeriana y mulch	1.2	0.5	1.0

Fuente: Smith. (1997).

2.1.2. Prácticas agrícolas

La práctica más usada por los agricultores de ladera en esta zona es la agricultura de roza y quema. La falta de obras de conservación y la remoción de la vegetación natural en los

terrenos con pendiente pronunciada exponen al suelo al impacto de la lluvia, disgregándose sus partículas e incrementando la cantidad de sedimentos y nutrientes que se pierden por escorrentía (Sierra, 1996).

Según Smith (1997), en Honduras el método tradicional de siembra empleado por los agricultores de ladera es la agricultura migratoria. Las áreas en producción son cultivadas por un período de tres a cuatro años hasta que la productividad baja drásticamente. Con el fin de recuperar la fertilidad para restaurar su productividad son abandonados por un lapso de 4-5 años. El uso de algunas obras de conservación como el mantillo (mulch), barreras vivas y obras físicas ha sido adoptado por un buen número de agricultores de la zona de Namasigüe.

2.1.3. Deterioro químico

Smith (1997), al realizar un estudio de la pérdida de nitrógeno (N) y fósforo (P) por escorrentía bajo roza y quema, rastrojo y rastrojo con barreras vivas de valeriana, determinó que las áreas más afectadas fueron aquellas en las cuales no se implementó ningún tipo de práctica de conservación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pérdida total anual de N y P (kg/ha) en Namasigüe, Choluteca.

Tratamiento	1993		1994		1995	
	N	P	N	P	N	P
Roza y quema	2.4	0.2	11.2	0.9	29.1	2.6
Mantillo (mulch)	2.2	0.7	1.5	0.3	2.4	0.9
Barreras Vivas	6.0	1.0	2.4	0.3	2.3	0.3

Fuente: Smith (1997).

El uso del sistema tradicional de roza y quema ocasiona una mayor pérdida de N y P. La acumulación de sedimentos en las partes bajas debido a la escorrentía disminuye la productividad de las zonas de laderas afectando la calidad del agua de los ríos. Se han encontrado altos contenidos de P, K, Mg y S disponibles en sedimentos provenientes de lagunas camaroneras próximas a la desembocadura de los riachuelos provenientes de Namasigüe (Samayoa, 1999).

2.2. CONSERVACION DE SUELOS DE LADERA

La conservación de suelos no sólo implica impedir su desaparición física, sino también la reducción de su capacidad productiva y de renovación. Este concepto está ligado a la naturaleza propia de los suelos, así como a aspectos culturales de manejo de los diferentes grupos sociales. Incluido en este concepto está la importancia de la restauración y mantenimiento de las características físicas, químicas y biológicas, para garantizar el mantenimiento del suelo para la producción de alimentos y fibra, con el fin de satisfacer la alimentación, la paz social y la conservación de los recursos, y por consecuencia el bienestar de las generaciones actuales y futuras (León, 1995).

En el ecosistema natural existe una interacción entre componentes como el clima, la vegetación, los animales y microorganismos, que mantienen el equilibrio del suelo, dotándole de características propias y determinando de algún modo las aptitudes para su mejor uso (Unger, 1996).

Siendo el suelo uno de los recursos más importantes para que el hombre pueda obtener tanto sus alimentos como la fibra para su vestido, éste ha abusado de las aptitudes y beneficios manejándolo de manera irracional, creando un problema de inestabilidad en el ecosistema, baja productividad en áreas que antes eran fértiles, pérdida acelerada del suelo y disminución en las fuentes de agua. Este aumento acelerado de la población, su densidad y su concentración sobre suelos frágiles, han conducido hacia una reducción de la relación tierra/hombre, producto de la cual aumenta la presión sobre el recurso suelo y disminuye la relación barbecho/cultivo, especialmente dentro de la agricultura migratoria (Carls *et al.*, 1997).

La conservación de suelos pretende hacer un uso inteligente de este recurso con el fin de mantener o mejorar su productividad para obtener no sólo alimentos para el presente sino también para el futuro, sin comprometer la fertilidad futura de nuestros suelos (Unger, 1996).

2.3. NECESIDAD DE LA CONSERVACION DE SUELOS

La conservación de suelos se ha convertido en una necesidad cada vez más grande por el efecto negativo que ha causado la apertura de la frontera agrícola sobre la disponibilidad de tierra potencialmente cultivable, por lo que es necesario recurrir a utilizar este recurso sin explotar irracionalmente grandes extensiones. El aumento constante de la población indica que es menester una mayor eficiencia en uso de tierra arable (Carls *et al.*, 1997).

Las tecnologías conservacionistas comprenden diversos recursos, incluyendo el suelo y su fertilidad; y el agua.

La conservación del suelo implica su mantenimiento en su lugar de formación sin pérdidas físicas. La conservación de la fertilidad consiste en mantener al suelo activamente productivo asegurando un beneficio económico. Con respecto a la conservación del agua por ser un recurso íntimamente ligado al suelo y vegetación cualquier impacto en contra de los anteriores tendrá un efecto sobre las fuentes de agua, lo que resalta la importancia de las obras de conservación (USAID, 1994).

La erosión o pérdida de suelo crea problema a nivel de infraestructura y social, como la deposición no deseada de material infértil; la sedimentación de los ríos, lagos, represas y puertos; la eutrofización de las aguas; la reducción del abastecimiento del agua potable y otros que provocan grandes problemas sociales, los cuales no siempre son de conocimiento público (Carls *et al.*, 1997).

La contaminación de suelos y aguas y la intoxicación de los seres humanos por agroquímicos no se cuenta como una externalidad en el proceso productivo agrícola generado por los intereses transnacionales, susceptibles de ser abordados en términos de relaciones de poder para proponer cambios de fondo en tales prácticas, sino que se concibe como un efecto ineludible en el manejo agroecosistemático, que puede resolverse manipulando dosis y equipos de aplicación y siguiendo al pie de la letra las instrucciones del fabricante. Muchas veces se olvida que la mayor parte de la población rural es analfabeta (Turcios, 1996).

“El lento arrastre de las partículas de suelo y su deposición posterior en cuencas de sedimentación incide en la baja percepción que tienen los agricultores del fenómeno erosivo. Pueden pasar muchos años, incluso generaciones, para que exista una clara conciencia sobre la pérdida del suelo y sobre su efecto en la rentabilidad general de la actividad agrícola. Ello incide en la actitud de varios grupos de agricultores, principalmente de aquellos con poca tradición, que posponen sistemáticamente la incorporación de prácticas de control a cambio de emplear su tiempo y dinero en actividades de mayor retorno inmediato” (León, 1995).

Dentro de las técnicas conservacionistas más difundidas en América Latina específicamente en América Central, se encuentran las obras físicas; las técnicas que involucran cambios en las prácticas de cultivo; y las técnicas que introducen el sistema agroforestal (CIMMYT, 1999). La práctica a utilizar se define para cada caso según la pendiente del terreno, el tipo de suelo, factores ambientales y aspectos socioeconómicos, entre otros (Kleinman *et al.*, 1996).

Una de las técnicas conservacionistas de mayor uso por agricultores de laderas es el establecimiento de barreras vivas, que se han difundido rápidamente por sus beneficios conservacionistas.

2.3.1. Barreras vivas

Actualmente las barreras vivas están siendo difundidas entre los agricultores de ladera, ya que se evita una mayor pérdida del suelo gracias al uso de plantas perennes de crecimiento denso con buena biomasa foliar y radical. Estas plantas se siembran siguiendo líneas o curvas a nivel a distancias que varían según el grado o porcentaje de pendiente. El objetivo de las barreras vivas es reducir la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno, y retener la mayor cantidad de suelo arrastrado principalmente por la escorrentía (National Research Council, 1993).

En general las barreras vivas controlan la pérdida de suelo y agua en suelos de ladera debido a que a) Complementan las zanjas de ladera y muros de piedra, ya que protegen al talud de la escorrentía atrapando el material arrastrado por éste; b) Sustituyen a las obras físicas en el control de la erosión y la conservación del agua; y c) Estabilizan las cárcavas, siempre que el distanciamiento de las barreras vivas se relacione al volumen del flujo del agua.

A diferencia de las zanjas a desnivel, las barreras vivas son semipermeables, no canalizan ni desvían el agua fuera de la parcela sino que por el contrario la retienen. Esto es benéfico para la producción, ya que funcionan como una válvula de seguridad para controlar la erosión y conservar el agua, al reducir la velocidad de la escorrentía y capturar el arrastre del suelo, materia orgánica y hojarasca (USAID, 1994).

2. 3.1.1. Pasto valeriana (*Vetiver zizanioides* Nash). Esta planta pertenece a la familia Poaceae, a la que también pertenecen el maíz, el sorgo y el zacate de limón. Las barreras vivas de valeriana son sin lugar a duda, una técnica invaluable para controlar la erosión en los trópicos, siendo uno de los cultivos más conocidos en esta región por su excelente control en la pérdida de suelo, por su uso industrial y medicinal. Los beneficios de esta planta tan particular han sido reconocidos principalmente en las zonas de ladera, en donde puede ser cultivada a una pendiente mayor al 60% (USAID, 1994).

Según Greenfield (1989), la gran ventaja de la valeriana es su capacidad de retener el suelo construyendo barreras naturales. Ejemplo de esto es el uso de este pasto como planta conservadora de suelo en las Islas Fiji del Pacífico, en donde se produce caña de azúcar en pendientes del 100% (45°) de inclinación sin problemas de erosión.

El National Research Council (1993), reportó que la valeriana permite que la lluvia se distribuya e infiltre sin crear problemas de drenaje o escorrentía. Esto es debido a su sistema radical, que tiene un crecimiento profuso que capta los sedimentos producidos por el lavado de la lluvia. Ciertas plantas como la valeriana han desarrollado increíbles adaptaciones, por lo que se le considera una planta climax capaz de adaptarse a un amplio rango de suelos y climas. Adicionalmente satisface todos los requerimientos de una planta conservadora de suelo, que incluyen a) Resistencia a competencia interespecífica y al fuego, por ser una planta que macolla bien; b) Perennidad; c) Capacidad de gran crecimiento, pero no exagerado como para llegar a convertirse en maleza; d) Sistema radical profundo (mínimo 3 m); e) Bajo costo, fácil establecimiento y mantenimiento y fácil remoción si el productor ya no desea usarla; f) Libre de insectos y enfermedades, para evitar convertirse en hospedero de plagas del cultivo principal; g) Adaptable a un amplio rango de suelo y climas; y h) Poco demandante de nutrientes y agua.

Según Grimshaw (1996), bajo condiciones salinas, sódicas y ácidas de Australia se demostró la tolerancia de la valeriana a un amplio rango de condiciones, incluyendo crecimiento a niveles de pH de 3.8 a 9.9. Su límite inferior de tolerancia a la temperatura es de -10 °C y el superior de 50 °C. Igualmente, en un estudio realizado en la India por el ICRISAT (1990), se comparó la valeriana con barreras de piedra, zacate limón y suelo sin obras de conservación (control) bajo condiciones naturales de 689 mm de lluvia. En todos los casos la valeriana fue la tecnología más efectiva, obteniéndose una reducción de la escorrentía en un 57% y las pérdidas del suelo sobre el 80%.

En el continente africano el uso de barreras vivas con valeriana ha sido ampliamente difundido, siguiéndole Asia, El Caribe, América del Sur y Norte y las Islas del Pacífico. Pese a estar distribuido en América Central su uso aún no se ha difundido ampliamente. Costa Rica y Guatemala han sido los pioneros en el uso de este pasto; el primero lo ha

usado específicamente para controlar la erosión, mientras que Guatemala comenzó su cultivo con fines industriales exportando aceite de vetiver (National Research Council, 1993).

2.3.1.2. La piña (*Ananas comosus*). En las laderas en Honduras se ha iniciado el uso de piña principalmente por ser una planta conservadora o protectora del suelo, además de ser utilizada para el consumo, formando parte de la dieta alimenticia del productor. Esta planta al igual que la valeriana cumple los criterios que sugiere una buena planta conservadora de suelo, con la diferencia de que tiene una menor capacidad de protección por tener un sistema radicular menos pronunciado (Carls *et al.*, 1997).

El uso de la piña como barrera viva ha aumentado por la iniciativa del productor ante el reconocimiento de los beneficios de esta planta como conservadora del suelo (UNIR, 1997).

2.3.2. Barbecho

El período de barbecho es el tiempo en que descansa la tierra para su posterior ocupación. El objetivo de este período es preservar y restaurar la fertilidad de los suelos por la acumulación de materia orgánica y en consecuencia de la estructura en suelos que han pasado por un fuerte proceso erosivo. Esta es una de las mejores alternativas para su rehabilitación (Cubero, 1996).

Existen dos tipos de barbecho: natural y plantado o mejorado. El primero se refiere al crecimiento y colonización del suelo por especies nativas del lugar, producto de la sucesión natural después de la fase de producción. Este sistema pese a ser una alternativa para el mejoramiento de la fertilidad tiene limitaciones, ya que puede traer consigo el crecimiento de especies no deseables y de difícil eliminación al momento de iniciar la nueva fase de producción (Cubero, 1996). En el caso del barbecho mejorado se ha hecho uso de especies anuales y de tipo arbustivo según el largo del período. Sierra (1998), menciona que en Namasigüe se está introduciendo este tipo de barbecho principalmente con especies madereras y forrajeras, que además de proveer biomasa y aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos generan una utilidad adicional como la leña y el alimento animal.

El barbecho mejorado es la mejor opción para el caso de suelos altamente degradados, en donde el crecimiento de la vegetación natural es tardado y la presión por la tierra es fuerte. En el sur de Honduras ha dominado como barbecho natural el carbón negro (*Mimosa tenuiflora*), muy común en la región semiseca de Centroamérica, que después de 12 años de dominancia declina para dar paso a especies forestales como *Cordia* spp. *Tabebuia* spp. y *Samanea saman* (Ayarza, 1994).

Según Kleienman (1996), en cualquier tipo de barbecho practicado en una región, independientemente del periodo de tiempo, se mejoran características como el contenido de materia orgánica y carbono orgánico, la estructura del suelo, el porcentaje de humedad, la densidad aparente y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), entre otras.

2.4. CALIDAD DE SUELO

Según Larson y Pierce (1994), la calidad de suelo es la aptitud del suelo para sostener el crecimiento de las plantas y la actividad biológica, en función de las propiedades físicas como porosidad, capacidad de retención de agua, profundidad, y estabilidad de los agregados; y de las propiedades químicas como pH y contenido de sales. Algunas de estas características están en función del contenido de materia orgánica del suelo, que en algunos suelos es crítico para mantener su estructura, proveer drenaje óptimo, facilitar la asimilación de agua y aireación para el crecimiento de cultivos, y contribuir significativamente en la CIC.

La calidad del suelo se ve afectada por la intensidad de uso, prácticas inadecuadas de fertilización, mal manejo de los residuos de cosecha y contaminación por abuso en el uso de pesticidas. Según Doran y Perkin (1994), la calidad de algunos suelos ha declinado significativamente tanto en los pastizales como en los bosques, porque han sido convertidos en tierras arables y dedicadas a la producción. La labranza mecanizada y la producción continua de cultivos de grano han resultado en un aumento de la erosión, disminuyendo el contenido de materia orgánica del suelo y por ende, promoviendo el escape del carbono como CO₂ a la atmósfera.

Larson y Pierce (1994), enfatizan que la calidad de suelo ha sido muy estudiada y está definida por su función y uso, representando un compuesto de propiedades físicas, químicas y biológicas que ayudan al crecimiento de las plantas y la actividad biológica; a la regulación y división de aguas y su disponibilidad en el medio; y a la formación y destrucción de compuestos peligrosos, mediante su acción como amortiguador (“buffer”). Los organismos del suelo deben ser reconocidos como arquitectos claves sin invertir nutrientes, transformando la materia orgánica y contribuyendo a la ingeniería física de la estructura y estabilidad de los agregados del suelo.

Los estándares de calidad del suelo son necesarios para determinar si es sostenible y no para determinar si el sistema de manejo aplicado está funcionando. Esto se basa principalmente en establecer referencias para indicadores de calidad, con el fin de identificar las relaciones entre los atributos medibles del suelo y la función del mismo, para validar comparaciones de variaciones en clima, suelo, uso de la tierra y sistemas de manejo; y desarrollar índices prácticos de la calidad del suelo para mejorar el manejo contribuyendo a su sostenibilidad (Larson y Pierce, 1991).

2.4.1 Indicadores de calidad de suelo

Larson y Pierce (1994), propusieron un juego de datos mínimos (MDS) de parámetros de suelos están adaptados para medir la salud de los mismos en el mundo, y estandarizar metodologías y procesos establecidos para medir cambios en la calidad de estos factores.

Estos indicadores han sido utilizados por Doran y Parkin (1994) y Larson y Pierce, (1994), y son los físicos como la textura, profundidad del suelo, infiltración y densidad del suelo y capacidad de retención de agua; los químicos como la materia orgánica incluyendo N, pH, conductividad eléctrica, P y K extraíbles, estabilidad de los agregados,

carbón activo, potencialidad mineralizable de N, respiración, contenido de agua, temperatura; y los biológicos como la biomasa microbiana.

Según Larson y Pierce (1994), para que esta metodología pueda ser utilizada por científicos, agricultores, extensionistas, conservacionistas, ecologistas y políticos en un alto rango de situaciones socioeconómicas, la lista de indicadores básicos de calidad del suelo debe cumplir con los siguientes criterios: 1) compatibilidad con los procesos del ecosistema y roles o procesos orientados a un modelo; 2) Integración de las propiedades físicas, químicas y biológicas y sus procesos; 3) accesibilidad para muchos usuarios y aplicables a las condiciones del campo; 4) sensibilidad a las variaciones de manejo y clima; y 5) debe de ser componente de la base de datos existentes sobre un suelo.

2.4.1.1 Estabilidad de agregación. La agregación en los suelos arcillosos es causada mayormente por el vínculo de partículas minerales con polisacáridos y la acción de fuerzas electrostáticas entre los cationes polivalentes y la carga negativa de la materia orgánica” (Ayarza, 1999).

Entre los factores que afectan la estabilidad estructural están: los polisacáridos, especialmente los microbianos conocidos como gomas microbianas (exudados), el laboreo del suelo, que actúa modificando la fracción de agregados mayores a 2 mm, y la incorporación de rastrojos al suelo. Es conveniente hacer uso de sistemas de labranza que no alteren mucho la estructura de los suelos, favoreciendo el desarrollo radicular de los cultivos por su mejor porosidad del mismo (Díaz *et al.*, 1993).

Díaz *et al.* (1993), encontraron que la estabilidad estructural medida a través del cambio de diámetro ponderado (CDMP), presentó variaciones inversas del contenido de gomas microbianas. En suelos bajo uso agrícola sujetos a labranzas periódicas y con pobre condición estructural, las gomas microbianas, aunque con un carácter transitorio, contribuyen de forma manifiesta en el mantenimiento de la estructura.

Las fuerzas destructivas que actúan sobre la estabilidad de agregación del suelo están generalmente asociadas al cultivo, erosión eólica e hídrica, esta característica es afectada principalmente por la textura, materia orgánica, sodio y otros cationes. La alteración en la estabilidad de los agregados afecta la capacidad de infiltración del suelo. La estabilidad de los agregados se usa como un índice de la estructura del suelo en el campo (Agassi, 1997).

2.4.1.2 Carbón activo. Es un indicador químico de la calidad de los suelos relacionado directamente con su fertilidad, estabilidad de los agregados y de la materia orgánica, afectando la relación C/ N en el suelo, y con la erosión (Westerhof, 1999).

La importancia de la disponibilidad de carbono para la mineralización del N es evidente, ya que la correlación es alta entre la fracción de C fácilmente accesible con el N potencialmente mineralizable. Aparentemente fracciones lábiles de carbono orgánico también contienen cantidades considerables de Nitrógeno (Westerhof, 1999). El C orgánico oxidable es un estimado de la materia orgánica del suelo. Se estima que 100-200

kg de C/ha/año pueden ser retenidos por la materia orgánica del suelo. Los factores químicos y biológicos asociados con el Carbono orgánico disponible son la biomasa microbiana, respiración, enzimas y procesos enzimáticos, y fracciones de C activo como carbohidratos y fracciones (Westerhof, 1999).

Se asegura que las prácticas de manejo agrícola como la reducción de tiempo en el período de barbecho, labranza mínima y cultivos de pastos o leguminosas, afectan la cantidad de carbono activo del suelo (Westerhof, 1999).

2.5. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Dentro de las características del suelo se encuentran las relacionadas con su productividad, como nutrientes (macro y micro), y materia orgánica, CIC; y el contenido de características como textura, estructura, y porosidad, entre otros. Un suelo con alta fertilidad no necesariamente es altamente productivo, pues la productividad depende de otros parámetros como pendiente, factores climáticos y microorganismos del suelo, entre otros (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.5.1. Materia orgánica

Está constituida por los residuos de vegetales y animales en diferentes estados de descomposición. La cantidad adecuada de m.o. mejora las características del suelo en relación a estructura, aumento de la infiltración, facilidad de labranza, disminución de la erosión y generación de nutrientes. La m.o. contiene entre el 2-5 % del N total. Este N se encuentra formando parte de compuestos orgánicos que por su naturaleza no se encuentra inmediatamente disponible para ser aprovechado, sino que se debe esperar cierto tiempo para la descomposición de la materia orgánica y su posterior aprovechamiento en las plantas (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.5.2. Textura

Es la distribución y proporción de las partículas de diferente tamaño; arena limo y arcilla, presentes en el suelo. Según el porcentaje de estos componentes el suelo es clasificado como arenoso, franco arcilloso. La textura es importante porque afecta el movimiento del agua, movimiento y disponibilidad de nutrientes, densidad, propiedades químicas, y actividad biológica, entre otros (Erickson, 1998).

2.5.3. Densidad aparente

Es una variable relacionada con otras características del suelo como textura, materia orgánica y estructura. Existen dos tipos de densidad la real y la aparente; la primera es la densidad de las partículas del suelo solas, mientras que la aparente es la densidad de un suelo con un medio interno que es el espacio poroso. La densidad aparente es muy variable porque depende de las características del suelo y siempre es menor que la real.

Esta variable ha sido usada para medir el grado de compactación de los suelos (Erickson, 1998).

2.5.4. pH

Es una variable que indica el grado de acidez que tiene un suelo, o la condición básica o ácida de una sustancia, basada en la concentración de hidrógeno. La escala de valores para esta variable está dada del 0 al 14, con el punto de neutralidad en el 7. La mayoría de los suelos productivos están en un rango de 4.0 a 10. La necesidad del encalamiento aumenta a medida que el pH se reduce y depende del tipo de cultivo. Los factores que pueden afectar el pH del suelo son el material de origen, profundidad, precipitación, descomposición de la materia orgánica, vegetación natural, tipo de cultivo, fertilización nitrogenada e inundación, entre otros (Erickson, 1998).

2.6. ENMIENDAS

2.6.1. Encalamiento

El encalamiento es una práctica que tiene como objeto aumentar el pH a un nivel en el cual puedan crecer los cultivos. El análisis de requisito de cal es necesario para determinar la cantidad adecuada de esta enmienda a ser utilizada.

Entre las fuentes neutralizantes más utilizadas se encuentran la calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{Ca Mg} [\text{CO}_3]_2$), óxido de calcio (CaO), hidróxido de calcio ($\text{Ca} (\text{OH})_2$), gredas, escorias industriales y residuos de la producción de cemento (Erickson, 1998).

2.7. NUTRIMENTOS PRIMARIOS

2.7.1. Nitrógeno

Es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las plantas lo absorben en forma de nitrato o amonio. Es necesario para la síntesis de clorofila y el proceso de la fotosíntesis; la escasez de clorofila limita el uso de la luz solar por la planta, perdiendo la capacidad de realizar funciones de gran importancia como la absorción de nutrientes.

El N es un elemento importante en la producción de proteína. La materia orgánica es una fuente de N de liberación lenta, por eso la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados para el buen crecimiento de las plantas (Tisdale *et al.*, 1993).

2.7.2. Fósforo

El P es tomado por las plantas en forma de ortofosfato. Es un elemento móvil dentro de la planta que juega un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular en las plantas. Ayuda en el enraizamiento rápido de los cultivos; contribuye a mejorar la calidad de la fruta; indispensable para la formación de la semilla, es un elemento muy importante para

mejorar la eficiencia en el uso del agua, adelanta la madurez, provee resistencia a enfermedades, entre otros beneficios. El P es poco móvil en el suelo y necesita humedad suficiente para moverse (Guerrero, 1996).

2.7.3. Potasio

El K tiene funciones metabólicas, vital para la fotosíntesis, su deficiencia puede provocar reducción en la fotosíntesis o incremento en la respiración, factores que reducen la formación de carbohidratos; controla el balance iónico; provee resistencia a enfermedades y heladas; al igual que el P ayuda a hacer mejor uso del agua. Es un elemento relativamente inmóvil en el suelo, que llega por difusión a las raíces. La combinación de aplicaciones en banda o al voleo resulta casi siempre ser la mejor manera de fertilizar (Fageria, 1991).

2.8. NUTRIMENTOS SECUNDARIOS

Se denominan nutrientes secundarios porque las plantas los utilizan en menores cantidades que los primarios. Dentro de este grupo están: Ca, Mg y S.

2.8.1. Calcio

Es tomado por las plantas en forma de catión Ca^{2+} tiene varias funciones dentro de la planta: estimula el desarrollo de raíces y hojas; fortalece la estructura de la planta; reduce el nitrato en la planta; ayuda a activar varios sistemas de enzimas; neutraliza ácidos orgánicos; acondiciona el crecimiento de las raíces y reduce la acidez (Fageria, 1991).

2.8.2. Magnesio

Este elemento es absorbido por las plantas como catión Mg^{2+} , este elemento es importante en la formación de la molécula de clorofila junto con el N; interviene en el metabolismo del P, en la respiración y en la activación de muchos sistemas enzimáticos por parte de la planta (Fageria, 1991).

2.8.3. Azufre

Este elemento es tomado por las plantas en forma de anión SO_4^{2-} puede penetrar por las hojas en forma de dióxido de azufre SO_2 presente en el aire. Forma parte de los aminoácidos esenciales en la formación de las proteínas; ayuda en la formación de enzimas y vitaminas, promueve la nodulación en las leguminosas, ayuda en la producción de semilla, necesario para la formación de la clorofila (Tisdale *et al.*, 1993).

2.9. MICRONUTRIMENTOS

Estos elementos han tomado mayor importancia por su efecto en el aumento de la producción y un mayor consumo por parte de la planta al aplicarlos, dentro de este grupo

están los siguientes elementos: boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, níquel (Tisdale *et al.*, 1993).

2.9.1. Boro

Esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y formación de semillas y paredes celulares, ayuda a la translocación de azúcares y a la formación de proteína, la fuente más importante de B es la materia orgánica (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.9.2. Cloro

Está involucrado en las reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar, y en la activación de varios sistemas enzimáticos. Está también involucrado en el transporte de cationes como K, Ca, Mg, y otros dentro de la planta, regulando la apertura y cerrado de las células guardianas en el estoma (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.9.3. Cobre

Es necesario para la formación de la clorofila y cataliza ciertas reacciones en la planta. Cantidades muy altas de Cu promueven la deficiencia de Fe y la reducción de su actividad, cantidades altas de Cu pueden llegar a ser tóxicas para la planta (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.9.4. Hierro

Cataliza la formación de la clorofila y actúa como transportador de proteína, favorece reacciones enzimáticas dentro de la respiración. Por no translocarse dentro de la planta su deficiencia se manifiesta como una clorosis en las hojas jóvenes. Su deficiencia puede ser causada por un desbalance con otros metales tales como: Mo, Cu y Mn (Kim, 1996).

2.9.5. Manganeso

Ayuda a la planta a sintetizar clorofila; es parte del sistema enzimático de las plantas, acelera la maduración y germinación, incrementa la disponibilidad de P y Ca. al igual que el Fe su deficiencia se presenta en las hojas jóvenes por no ser translocado dentro de la planta. Su deficiencia se presenta en los suelos con alto contenido de materia orgánica, pH alto. La deficiencia de este elemento puede resultar de un desbalance con otros nutrimentos como: Ca, Mg y Fe (Guerrero, 1996).

2.9.6. Molibdeno

Es vital para el proceso de fijación simbiótica de N, llevado a cabo por la bacteria *Rhizobium* en los nódulos de las raíces de las leguminosas, necesario para convertir el P inorgánico a su forma orgánica en la planta (Potash & Phosphate Institute, 1997).

2.9.7. Zinc

Ayuda en la realización de procesos enzimáticos, reacciones metabólicas y necesario en la producción de clorofila y carbohidratos, no se transloca dentro de la planta, por lo cual los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas jóvenes. La deficiencia se presenta como un amarillamiento claro o blanco (Tisdale *et al.*, 1993).

2.9.8. Niquel

Está formando parte de enzimas como la ureasa e hidrogenasa, es un elemento móvil en planta, generalmente no se presentan deficiencias.

2.10. SORGO (*Sorghum bicolor* L Moench)

El sorgo es una planta C₄ de día corto, con tasas altas de fotosíntesis y requerimiento de temperaturas superiores a 21 °C para un buen crecimiento. Este cultivo tolera mejor que la mayoría de los cereales la sequía y el exceso de humedad en el suelo y crece bien bajo una gama amplia de condiciones del mismo. El sistema radical del sorgo tiene el doble de raíces secundarias que el maíz en cualquier etapa de crecimiento incluso las variedades resistentes a sequía tienen más biomasa y volumen de raíces y proporciones raíz/tallo más altas que las líneas susceptibles (Compton, 1990).

Según Sierra (1998), los sorgos usados en Honduras por los pequeños agricultores se denominan también maicillos criollos, pertenecen a las razas *caudatum-kafir* y *caudatum-durra*, con rendimientos bajos y estables, caracterizados por tener una altura de 3 - 4 m, ser fotosensitivos (días con 12 h luz inducen su diferenciación floral y macollamiento axilar), tener excelente calidad de grano para tortilla, y habilidad para soportar la sombra al asociarse con maíz. Los sorgos fueron introducidos en Honduras por los esclavos traídos de África. Los sorgos fotosensitivos ha sido cultivado a lo largo del Pacífico del istmo centroamericano desde el sudoeste de Guatemala a través de El Salvador, y el sur de Honduras hasta el Lago de Nicaragua. Aproximadamente 300,000 ha son sembradas con sorgo, de las cuales 235,000 ha son cultivadas en laderas. Las limitantes de producción de cultivos que se han detectado incluyen maicillos criollos con bajo potencial de rendimiento; incapacidad de los sorgos introducidos de sustituir a los criollos en los sistemas tradicionales de cultivo; cultivares susceptibles a la cenicilla causada por *Peronosclerospora sorghi*; y control complejo de lepidópteros defoliadores.

La mayor ventaja para los pequeños agricultores de ladera al sembrar sorgos fotosensibles es que si pierden su cosecha de maíz por condiciones ambientales adversas pueden lograr la cosecha del sorgo en la época de postrera.

2.10.1. Sistemas de cultivo

En la zona sur de Honduras existen dos formas de cultivar sorgo, la primera intercalado con maíz y la segunda en monocultivo. Para el caso del monocultivo se utilizan cultivares mejorados foto-insensitivos y maicillos criollos. Los sorgos mejorados (Sureño e Isiap Dorado) se siembran generalmente en postrera y los maicillos en primera, especialmente en siembras tardías de junio a julio que se conocen con el nombre de “tunamiles”. En postrera se siembra maicillo para obtener alimento animal denominado “guatera” (Sierra, 1996).

2.11. FRIJOL

El frijol común es un cultivo producido por pequeños agricultores en regiones de América Latina, África y Asia, predominantemente en países en proceso de desarrollo y donde se genera aproximadamente el 77% de la población mundial (Rosas, 1998).

Con base en observaciones de restos arqueológicos encontrados en Perú y el sudoeste de los Estados Unidos se concluyó que el frijol común es originario de América. Los datos más recientes sugieren que los cultivares de frijol común resultaron de domesticaciones múltiples en este continente, incluyendo dos centros primarios, en Mesoamérica y el sur de los Andes y un centro adicional en Colombia.

El frijol se produce bajo diversos sistemas de producción dependiendo del tipo de explotación en cuanto al tamaño de finca, nivel de tecnología y destino de la producción. Por lo general se cultiva en sistemas de monocultivo en forma intensiva, y en sistema de cultivos múltiples en una agricultura más tradicional y de bajos insumos (Rosas, 1998).

Las deficiencias de N y P constituyen las principales limitantes edáficas que afectan el crecimiento y productividad del frijol. Dado el nivel económico de los agricultores de subsistencia en Latinoamérica, la utilización de los fertilizantes se encuentran muy por debajo del nivel recomendado (Rosas, 1998).

El frijol representa la fuente principal de proteínas de la mayoría de la población rural de Centro América. Debido al alto contenido de aminoácidos esenciales, su valor nutricional es muy elevado (Rosas, 1998).

3.. MATERIALES Y METODOS

3.1. ENSAYO DE SORGO

3.1.1. :Localizaciónsayo de sorgo

En este estudio se realizaron dos ensayos, el primer o se llevó a cabo en la comunidad de los Espabeles, Namasigüe. Los Espabeles está ubicacada a 15 km al sudeste de Choluteca (13°14 ' latitud norte y 87° 05' latitud oeste). El clima está caracterizado por la presencia de una estación lluviosa que dura de mayo a octubre, y una estación seca que dura de noviembre a abril. La precipitación anual oscila entre los 1800 y 2900 mm con un patrón de distribución bimodal. La temperatura promedio anual es de 35.7 °C (Sierra, 1998). Los Espabeles está situado dentro de la cuenca del río Sampile. Aproximadamente un 30% de la cuenca tiene pendientes de 30% y un 17% tiene pendientes mayores al 50% (Smith, 1997).

3.3.2. Fase de campo

3.1.2.1. Tratamientos. Los tratamientos en el primer ensayo con sorgo en Choluteca consistieron en tres variedades mejoradas de sorgo, dos de ellas fotosensibles (DMV- 198 y DMV-137) y una variedad no fotosensible Sureño, sembradas bajo tres sistemas de producción (barreras vivas, barbecho mejorado y labranza mínima sin obras de conservación). El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar en arreglo de parcelas subdivididas.

Cada tratamiento tuvo una área de 3000m², que se tomaron de diferentes fincas de la zona. Para la selección de los sistemas de producción se consideraron en cuenta los siguientes factores: 1) homogeneidad en cuanto a pendiente; 2) fecha de construcción de obras de conservación y 3) prácticas agronómicas.

3.1.2.2. Establecimiento de parcelas. El establecimiento de las parcelas se realizó en el mes de agosto de 1999 durante el ciclo de postrera, para lo que se seleccionaron tres fincas con barbecho mejorado, labranza mínima y barreras vivas. Cada terreno se dividió en tres secciones horizontales (alta, media y baja) y se dividió el terreno en tres bloques en sentido vertical.

3.1.2.3. Siembra. Las parcelas fueron preparadas bajo el sistema tradicional de limpia con machete (20 de agosto de 1999). La semilla usada fue tratada con Semevin (10cc/lb

de semilla) con el fin de prevenir daños por insectos del suelo y brindar protección a la plántula durante las primeras dos semanas de establecimiento del cultivo.

Antes de la siembra se realizó una aplicación de fórmula 12-24-12 a todas las parcelas y se realizó posteriormente una aplicación de herbicidas, según el sistema de producción; en el caso de barbecho y labranza mínima se aplicó atrazina y en sistema de barreras vivas se aplicó Gramoxone en el espacio interbarrera. La siembra se realizó en hileras con una separación entre ellas de 80 cm y entre plantas 40 cm, utilizando 3-5 semillas por golpe, se realizó con espeque.

Para la delimitación entre parcelas dentro del lote se sembraron hileras de maíz en lugar de dejar surcos o espacios vacíos entre parcelas.

Se aplicaron 91 kg/ha de fórmula 18-46-0 al momento de la siembra y posteriormente a los 35 días 91 kg/ha de urea. No se hizo ninguna aplicación de insecticidas ni fungicidas de ningún tipo porque no se presentaron problemas fitosanitarios.

3.1.2.4. Toma de muestras. Se tomaron nueve muestras por tratamiento y tres muestras por sección, haciendo un total de 27 muestras. Se tomó una muestra de suelo por sección en cada sistema de producción, a una profundidad de 30 cm, con el fin de realizar un análisis físico-químico. Similarmente se muestreó a tres profundidades (0-15, 15-30 y 30-45cm) para medir la densidad aparente como una medida del grado de compactación de los suelos.

3.1.2.5. Cosecha. El sorgo sureño fue cosechado a los 105 días (4 de diciembre), mientras la cosecha de las dos variedades de sorgo DMV-198 Y DMV-137 a los 129 días después de la siembra (27 de diciembre de 1999).

Para el proceso de cosecha se delimitó una parcela útil dentro de cada tratamiento con una área de $5 * 2m = 10 m^2$, se dejó 1 m alrededor de la parcela para eliminar los efectos de borde y efectos entre parcelas.

El muestreo de biomasa se realizó a la cosecha, para lo cual se tomaron tres plantas de cada parcela útil, luego fueron secadas al horno a 60°C durante 24 h para expresar los datos en base a peso seco.

Las variables medidas en el campo fueron número de plantas/ha; número de panojas/ha; peso de las panojas/ha; biomasa; rendimiento del grano/ha; y peso de 50 granos (en g).

3.2. ENSAYO DE FRIJOL

3.2.1. Localización del ensayo

El segundo ensayo se llevó a cabo en la comunidad de El Ocotál en la Región del Yeguaré, Departamento de El Paraíso (13° 57' de latitud norte y 86° 53' 40" latitud oeste), con una elevación entre los 1500 y 1700 msnm y topografía irregular o quebrada.

Las temperaturas más elevadas se han registrado en los meses de marzo a junio, y las más bajas de agosto a enero. Se presenta una diversidad de suelos tanto en textura como en profundidad (UNIR, 1997).

3.2.1.1. Tratamientos. Los tratamientos consistieron en dos formas de manejo de fertilización: la del agricultor y la basada en el análisis de suelo, bajo dos sistemas de producción: barreras vivas y barbecho. Se utilizó la variedad mejorada de frijol Tío Canela - 75. Al igual que en el ensayo con sorgo las parcelas de cada tratamiento fueron divididas en secciones: alta, media y baja. El diseño experimental utilizado para este ensayo fue de bloques completos al azar (BCA).

3.2.1.2. Sistemas de producción. Se utilizó un sistema de producción con barreras vivas de piña con labranza mínima con curvas a nivel.

El sistema de producción en barbecho de aproximadamente 15 años colonizado por vegetación natural, propia de la zona.

3.2.1.3. Toma de muestras. Para el análisis de suelo tanto de propiedades físico-químicas y de carbón activo y estabilidad de agregados, se tomaron muestras de suelo de cada sección a una profundidad de 25 cm antes de la siembra del ensayo y después de la cosecha.

Antes de la siembra se realizó una aplicación de Gramoxone a las dos áreas destinadas al ensayo. El análisis de suelo determinó la necesidad de realizar un enclamiento por sección y se aplicaron aproximadamente cuatro quintales de cal dolomítica en las parcelas que tenían el tratamiento con una fertilización basada en el análisis de suelo, aproximadamente dos meses antes de la siembra para darle tiempo a la cal para que reaccionara con el suelo.

3.2.1.4. Siembra del ensayo. Se realizó la siembra el 15 de octubre de 1999 en surcos a cada lado de las hileras de maíz doblado. En el caso del área de barreras vivas, se sembró a una distancia de 25 cm entre plantas y entre hileras. La primera fertilización en el tratamiento basado en el análisis de suelo, se realizó fraccionado en dos aplicaciones, a la siembra y a los 22-25 días después de la siembra.

El tratamiento con la fertilización basada en el análisis de suelo, consistía en la aplicación de fertilizantes según las necesidades del cultivo, basado en análisis de suelo. Las fuentes de fertilización usadas fueron: (42kg/ha)18-46-0; (90kg/ha) nitrato de amonio y (56kg/ha) 0-0-60.

El tratamiento agricultor consistía en hacer la aplicación de 169 kg/ha de 18-46-0 a la siembra en el área cubierta con barreras vivas y 88.23 kg/ha en el área en barbecho. Iguales cantidades se aplicaron de urea (0-46-0) 30 días después de la siembra. Las cantidades varían de acuerdo al área y de acuerdo al criterio del agricultor.

El aporque se realizó al mismo tiempo en los dos sistemas de producción en cada tratamiento en prueba. Se realizaron tres aplicaciones de Folidol para prevenir el ataque

El aporque se realizó al mismo tiempo en los dos sistemas de producción en cada tratamiento en prueba. Se realizaron tres aplicaciones de Folidol para prevenir el ataque de picudo que es el mayor problema en la zona. Así mismo por un brote de enfermedades fungosas se realizaron aplicaciones de Saprol cada ocho días en dosis de 70cc/ bomba de 12 L.

3.2.1.5. Cosecha. La cosecha se realizó a los 89 días después de la siembra (13 de enero del 2,000), en el sistema bajo barbecho. En el sistema de barreras vivas la cosecha se realizó a los 104 días después de la siembra (28 de enero del 2,000). Se eliminó de cada parcela un metro en las orillas de cada parcela para eliminar el efecto de borde, se tomó en cada parcela una parcela útil de $5m \times 2m = 10 m^2$, del total de plantas cosechadas se tomaron al azar 30 plantas, con el fin de determinar el número de vainas por planta, se seleccionaron 50 vainas. Para calcular el número de semillas por vaina y para calcular el peso seco de 100 semillas se tomaron cinco muestras cada una con 100 granos.

3.3. EVALUACION DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION POR LOS AGRICULTORES

Se realizó una evaluación el 10 de enero del 2000 con los productores de la zona de los dos tratamientos de fertilización en prueba, dicha evaluación se realizó con 11 agricultores de la zona. En esta evaluación se les explicaron a los participantes los tratamientos para determinar el mejor y el porqué, bajo los criterios de evaluación tales como: crecimiento, precocidad, madurez, producción, número de granos por vaina y número de vainas por planta, tomando en cuenta los criterios que ellos determinan para evaluar una variedad.

3.4. FASE DE LABORATORIO

3.4.1. Determinación de características del suelo

3.4.1.1. Densidad aparente. Esta fue determinada por el método de Core. Para su cálculo se secaron las muestras en un horno a 105-110°C por 48 h. Al cabo de este tiempo fue eliminado el contenido de agua gravimétrico y capilar de las muestras, las cuales fueron pesadas para calcular su densidad aparente por medio de la siguiente fórmula. El muestreador de suelo utilizado para calcular la densidad tuvo un volumen conocido de 224 ml.

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Masa de suelo seco (g)}}{\text{Volumen del muestreador}}$$

3.4.1.2. Textura. El análisis de textura se llevó a cabo con el método de Bouyoucos o del hidrómetro.

3.5. ANÁLISIS QUÍMICO

El pH, m.o., macronutrientes, elementos secundarios y micronutrientes se analizaron de acuerdo a los métodos del Laboratorio de Suelos de Zamorano.

3.6. ANALISIS ECONOMICO PARA FRIJOL

Las variables económicas estudiadas fueron: costos diferenciales para cada tratamiento, ingresos netos y Tasa de retorno marginal (TRM).

La metodología que se usó en la evaluación económica fue la del presupuesto parcial y análisis marginal del CIMMYT (1998). Se analizaron variables de beneficio-costo para determinar la viabilidad en el uso de los dos manejos de fertilización.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 Sorgo

Se usó un análisis de varianza con separación de medias (ANDEVA) para determinar diferencias significativas, en cuanto a materia orgánica, nutrientes disponibles (N, P, K, Ca, y Mg), pH, biomasa.

3.7.2 Frijol

Se analizaron tanto las variables del suelo como el rendimiento y sus componentes con un prueba T para muestras independientes. Los datos fueron analizados a través del programa “ Statistical Analysis System” (SAS), versión 6.12 (1996) y del programa estadístico MSTAT-C versión 2.1 (1995).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE SORGO EN NAMASIGÜE, CHOLUTECA

Se probaron dos variedades fotosensibles adaptadas a la zona DMV-137, DMV-198 y una variedad no fotosensible Sureño, con el fin de evaluar su potencial de producción. El ensayo se condujo en la comunidad de Namasigüe, Choluteca, con productores en laderas.

El Cuadro 3 muestra que el sorgo DMV-198 fue estadísticamente superior a las otras variedades en su producción de biomasa ($p \leq 0.0126$). Esto implica que esta variedad podría ser una alternativa para la alimentación animal en esta zona, donde se está promoviendo este uso.

Cuadro 3. Medias de la biomasa seca (g) de las variedades de sorgo DMV-137, DMV-198 y Sureño en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Variedad	Biomasa (g)/parcela
DMV-137	611 b
DMV-198	815.7 a
Sureño	498 b
CV(%)	29.67
DMS	195.5

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente ($DMS \leq 0.10$).

Al analizar esta variable se presentó un CV= 29.96%, lo que indica que la biomasa fue afectada por otros factores además de la variedad.

Los resultados encontrados en cuanto a la variable biomasa concuerdan con los encontrados por Talavera (1991), en los que al comparar el sorgo Sureño con el Isiap Dorado el primero obtuvo la mejor producción de guate o forraje, en las siembras de primera, postrera y rebrote.

Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha) y sus componentes de las variedades de sorgo, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Variedad	Número de panojas/ha	Peso de panojas	Rendimiento
		kg/ha	
DMV-137	90780 b	4612 a	1926 b
DMV-198	87110 b	3762 b	1781 b
Sureño	104222 a	5350 a	2653 a
CV(%)	17.05	19.58	18.59
DMS	4259	752.6	331.1

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente (DMS \leq 0.10).

4.1.2. Número de panojas

Como se muestra en el Cuadro 4 la mejor variedad en cuanto al número de panojas/ha fue la Sureño, siendo estadísticamente diferente a DMV-137 y DMV-198 ($p\leq 0.0976$), entre estas últimas no se encontraron diferencias significativas.

4.1.3. Peso de panojas

No hubo diferencia significativa entre el peso de las panojas de las variedades Sureño y DMV-137, pero sí entre estas y la DMV-198, que obtuvo el menor valor en esta variable ($p\leq 0.0093$). Debido a que un alto peso de las panojas sugiere la capacidad de translocar una mayor cantidad de fotosintatos al fruto, las variedades Sureño y DMV-137 pueden ser de utilidad para los productores ya que tendrían el potencial varietal para obtener un mayor peso con menor volumen (Cuadro 4).

4.1.4. Rendimiento

Como se muestra en el Cuadro 4, la variedad con mejor rendimiento fue Sureño ($p\leq 0.0011$), que fue superior a DMV-137 y DMV-198. No hubo diferencias significativas entre estas últimas.

Cuadro 5. Peso de 50 granos en las variedades de sorgo fotosensibles, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Sistema de producción.	Variedad		
	DMV-137	DMV-198	Sureño
Barbecho	1.40 a	1.37 ^{ab}	1.30 abc
Labranza mínima	1.30 abc	1.27 bc	1.23 c
Barreras vivas	1.23 c	1.23 c	1.23 c
CV(%)	5.9		
DMS	0.1127		

Medias de las mismas columnas seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente ($DMS \leq 0.10$).

4.1.5. Peso del grano

Existieron diferencias significativas en la interacción sistema* variedad ($p \leq 0.0461$). En general todas las variedades alcanzaron un mayor peso de grano cuando se sembraron en el sistema de barbecho y menores valores para esta variable cuando se sembraron en el sistema de barreras vivas. Las variedades DMV-137 y DMV-198 mostraron en general un mejor comportamiento para este componente del rendimiento (Cuadro 5). Un coeficiente de variación tan bajo como 5.9 indica de que la diferencia en la interacción sistema*variedad en cuanto al peso del grano fue menos influenciada por el error experimental. Se debe recalcar que esta variable es de gran importancia cuando se desea aumentar la utilidad de procesamiento, ya que con un mayor peso de grano se puede aumentar la producción de tortilla, complemento importante de la dieta alimentaria en Honduras.

Esto concuerda con lo reportado por Gutiérrez (1990), quien demostró que los maicillos mejorados sensibles al fotoperíodo producen mayor rendimiento, llenado de grano y mayor tamaño de la semilla, como resultado de una mejor translocación de fotosintatos al grano.

4.2. ANALISIS DE CARACTERISTICAS DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA

Con el fin de determinar el efecto de los sistemas de producción sobre las características del suelo se realizó un análisis de estas que se muestra a continuación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de medias de las características de suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Sistema de producción	Estabilidad	Carbón activo	pH	M.O.
	(%)	(ppm)		(%)
Barbecho	7.2 b	586.5 n.s.	5.9 a	4.9 b
Labranza mínima	12.5 a	1276.2 n.s.	5.8 a	6.0 a
Barreras vivas	5.2 b	896.5 n.s.	5.4 b	3.5 c
CV (%)	23.9	21.7	3.2	11.6
DMS	3.458	n.s.	0.3162	0.9723

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente ($DMS \leq 0.10$): n.s.= No significativa.

4.2.1. Estabilidad de los agregados

Existieron diferencias significativas de la estabilidad de los agregados entre los sistemas de producción evaluados, siendo superior al resto el sistema de labranza mínima ($p \leq 0.0246$), entre los otros sistemas de producción no se apreciaron diferencias (Cuadro 6).

El coeficiente de variación alto (23.96%) para esta variable explica de que el error experimental afectó este resultado ya que la previa preparación de las muestras depende del grado de apreciación del investigador.

En el sistema de labranza mínima al mayor contenido de m.o. ha promovido la actividad microbiana existiendo más agentes cementantes, que mejoran la agregación del suelo.

Adicionalmente es justificable que la estabilidad de la agregación del suelo esté afectada por su laboreo, oxigenación y remoción, actividades que promueven el crecimiento de las poblaciones de organismos capaces de producir gomas microbianas que forman polisacáridos que ayudan a la formación de macro y microagregados. Generalmente, los suelos que no han sido cultivados o aquellos en los que el laboreo ha sido mínimo tienen una menor aereación, y por lo que el crecimiento de microorganismos que favorecen la formación de agregados es reducido. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Díaz *et al.*, (1993), que demostró que el contenido de gomas microbianas está relacionado con la ocurrencia de labranza y obteniendo valores más altos después de la preparación del suelo y la incorporación de rastrojos.

4.2.2. Carbono activo

No se presentaron diferencias significativas con respecto a esta variable bajo ningún sistema de producción (Cuadro 6). Esta diferencia no significativa al alto $CV=21.71\%$ que indica probablemente porque las muestras a las que se les va a determinar el carbón activo y la estabilidad de los agregados reciben la misma preparación previa y depende de la apreciación del investigador.

4.2.3. Textura

La textura (porcentaje de arena, limo y de arcilla) no hubo diferencia significativa entre los sistemas de producción.

4.2.4. pH

Existieron diferencias significativas para la variable pH entre los diferentes sistemas de producción (Cuadro 6). Los valores más altos se presentaron en el sistema de barbecho y labranza mínima, entre los que no hubo diferencia significativa, pero sí entre éstos y el sistema de barreras vivas que presentó un valor menor ($p \leq 0.0885$).

Esto pudo deberse a las diferencias en material parental, posición topológica y pendiente de los suelos entre los sistemas de producción, pues en el sistema de barreras vivas la pendiente es relativamente mayor a los otros dos sistemas. Otra posible causa de esta diferencia se pudo deber a la rizodeposición de las raíces de la valeriana, que contribuye a la acidificación de los suelos.

4.2.5. Materia orgánica

Existieron diferencias significativas en los valores de m.o. entre los sistemas de producción (Cuadro 6), siendo mejor el de labranza mínima, seguido por el barbecho y finalmente por el sistema bajo barreras vivas ($p \leq 0.0132$). Esto pudo deberse a la mayor acumulación de materia orgánica en el sistema de labranza mínima por la incorporación de rastrojos de los cultivos.

El sistema de barbecho pese de haber pasado por un período de descanso, no tiene un mayor porcentaje de m.o. debido a que fue colonizado principalmente por especies leñosas de porte alto, lo que ha limitado el crecimiento de la vegetación por tal razón la materia orgánica tarda más en descomponerse.

El sistema con barreras vivas ha sufrido un mayor proceso erosivo por tener una pendiente mayor que los sistemas anteriores, muestra de ello es la presencia de rocas en esta área, por lo que probablemente el contenido de materia orgánica es más bajo con relación a los demás sistemas anteriores. Adicionalmente, el dueño de la parcela alimenta a sus animales con los rastrojos de maíz y sorgo reduciendo la cantidad de estos en el suelo.

4.2.6. Densidad aparente

Aunque en promedio el sistema de labranza mínima tuvo el mayor valor en cuanto a esta variable, no se presentaron diferencias significativas entre las densidades aparentes en los suelos bajo los sistemas de producción.

Esto concuerda con lo encontrado por Gutierrez (1995), quien en un estudio en suelos de ladera no encontró diferencia significativa entre las densidades aparentes de parcelas con y sin barreras vivas.

Cuadro 7. Medias de la densidad aparente según la profundidad de muestreo, Namasigüe, Choluteca, Honduras, 1999.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)
0-15 cm	1.38 b
15-30 cm	1.51 a
30-45 cm	1.54 a
CV(%)	5.47
SNK	0.00648

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente (SNK \leq 0.10).

Si hubo diferencias significativas entre los valores de densidad aparente a distintas profundidades (Cuadro 7). Presentaron mayores valores las de 30-45 cm y de 15-30 cm, las que no fueron estadísticamente diferentes entre sí, pero si con la tomada de 0-15 cm ($p\leq 0.0014$).

Esto pudo deberse a que el espacio poroso a mayor profundidad es menor por la menor meteorización del suelo, además de existir un menor contenido de m.o., por lo que la densidad de las muestras sería mayor que el de las tomadas en los primeros centímetros, donde también hay mayor acumulación de materia orgánica y por lo tanto, la densidad de la muestra es menor.

4.3. MACRONUTRIMENTOS

Dentro de este grupo los únicos elementos que resultaron significativamente distintos fueron el N total y el K.

Cuadro 8. Análisis de medias del contenido de macroelementos en el suelo, antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca, Honduras, 1999.

Sistema de producción	N total	P	K
	(%)	(ppm)	
Barbecho	0.23 a	1 n.s.	156 b
Labranza mínima	0.24 a	1 n.s.	202 a
Barreras vivas	0.16 b	1 n.s.	54.0 c
CV(%)	12.61	67.76	14.99
DMS	0.05504	n.s.	35.92

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente (DMS \leq 0.10).

4.3.1. Nitrógeno

En el Cuadro 8 se observa que no hubieron diferencias significativas entre los niveles de N total de los sistemas de los sistema de barbecho y labranza mínima, pero sí entre estos y el sistema de barreras vivas que presentó una valor menor ($p\leq 0.0173$).

Esto pudo atribuirse a la mayor acumulación de materia orgánica en estos sistemas de producción, ya que ésta tiene relación directa con el N total de los suelos.

Otra causa podría haber ser el pobre aporte de material vegetal proveniente de la valeriana. Adicionalmente en este sistema de producción el rastrojo del sorgo es usado para alimentar animales y por lo tanto los residuos que se incorporan al suelo son menores que en los otros sistemas de producción.

4.3.2. Fósforo

No se presentaron diferencias significativas en cuanto al contenido de P entre los sistemas de producción, los niveles de este elemento fueron bajos en todos los sistemas ($\alpha\leq 0.10$). El CV=67.76 % indica que el error experimental es alto y que los valores de P están influenciados por otros factpores fuera del estudio.

4.3.3. Potasio

Hubieron diferencias entre el contenido de K de los tres sistemas de producción, siendo mayor el de labranza mínima, seguido por el de barbecho y finalmente el sistema manejado con barreras vivas ($p\leq 0.0022$). Esto pudo deberse a que el contenido de K se redujo con el menor pH presente en el sistema de barreras vivas, además de que la cantidad de rastrojo incorporado ha sido menor porque el agricultor los usa para alimentar a sus animales (Cuadro 8).

Adicionalmente es posible que hubiera un reciclamiento de nutrientes en el sistema de labranza mínima por la incorporación de rastrojos de los cultivos, ya que este elemento es el que más se remueve en la parte de arriba de la planta que se deja en el campo como residuo de cosecha de las gramíneas, lográndose al incorporarlos un aumento de su contenido, produciéndose así un ciclo cerrado de este elemento al devolverle continuamente al suelo lo que se le sustrajo la planta para su desarrollo. Otra probable causa de esto fue de que pese a la caída de las hojas de valeriana, este sistema no alcanzó un alto contenido de materia orgánica, pues el reciclaje es más lento que cuando se incorpora el material vegetal al suelo.

4.4. ELEMENTOS SECUNDARIOS

Los niveles de Ca, Mg y S en el suelo no fueron significativamente diferentes bajo los sistemas de producción.

Cuadro 9. Medias de los elementos secundarios en el suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca, Honduras, 1999.

Sistema de producción	Ca	Mg	S
	(ppm)		
Barbecho	2492 n.s.	394 n.s.	9 n.s.
Labranza mínima	2534 n.s.	372 n.s.	11 n.s.
Barreras vivas	2507 n.s.	437 n.s.	12 n.s.
CV (%)	5.08	10.27	35

n.s. = No significativo.

4.4.1. Micronutrientos

Únicamente los niveles de Cu, Zn y B presentaron diferencias significativas.

Cuadro 10. Medias de los contenidos de microelementos en el suelo antes de la siembra, Namasigüe, Choluteca, Honduras, 1999.

Sistema de producción	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	(ppm)				
Barbecho	34.0 n.s.	22.0 n.s.	2.9 b	1.6 b	0.8 a
Labranza mínima	46.3 n.s.	28.0 n.s.	5.1 a	3.1 a	0.7 ab
Barreras vivas	35.3 n.s.	23.7 n.s.	2.8 b	1.0 c	0.7 b
CV(%)	29.87	25.41	24	19.15	5.86
DMS	n.s.	n.s.	1.598	0.6179	0.07784

Medias de las mismas columnas seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (DMS \leq 0.10).

n.s.= No significativo.

4.4.1.1. Cobre. El Cu se encontró en mayor concentración en el suelo manejado con labranza mínima, diferenciándose estadísticamente del suelo en el sistema de barbecho y

barreras vivas, que no presentaron diferencia entre ellos ($p \leq 0.0573$) (Cuadro 10). Esto pudo deberse al reciclaje de nutrientes por la incorporación del rastrojo en el sistema de labranza mínima.

4.4.1.2. Zinc. en el caso del Zn se presentaron diferencias significativas entre los tres sistemas de producción, siendo mayor la concentración en el de labranza mínima, seguido por el barbecho y barreras vivas (Cuadro 10). Pudo deberse a que por la incorporación de rastrojos no se ha roto el ciclo de reciclamiento de este elemento y se le devuelve al suelo lo que sustrajo de él la planta en el ciclo de producción.

4.4.1.3. Boro. en el Cuadro 10 se observa que los sistemas barbecho y labranza mínima presentaron los mayores contenidos de B, aunque este último no fue diferente al de barreras vivas ($p \leq 0.0043$).

4.5. ANALISIS FOLIAR

4.5.1. Análisis foliar del sorgo sembrado bajo los sistemas de producción

Se presentaron diferencias significativas entre los sistemas de producción, en cuanto al contenido de nutrientes en la planta ($\alpha \leq 0.10$).

Cuadro 11. Contenidos de N, P, K, Ca y Mg en el sorgo sembrado bajo los tres sistemas de producción en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Sistema de producción	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
Barbecho	0.8 a	1.2 a	1.5 ab	0.1 a	0.2 a
Labranza mínima	1.7 a	0.1 b	1.7 a	0.2 a	0.1 b
Barreras vivas	0.7 a	1.2 a	1.4 b	0.2 a	0.1 ab
CV (%)	20.04	28.35	15.03	29.86	21.84
SNK	0.02272	0.001628	0.053544	0.002017	0.00087

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente (SNK ≤ 0.10).

4.5.1.1. Nitrógeno. El contenido de N en los sorgos no fue diferente entre los sistemas de producción ($\alpha = 0.10$), (Cuadro 11).

4.5.1.2. Fósforo. El contenido de P fue mayor e igual en el sorgo bajo los sistemas de barbecho y barreras vivas. El siogo bajo el sistema de labranza mínima ($p \leq 0.0015$). En el caso del barbecho esto pudo deberse a que a medida de que se prolonga mínima presentó menor cantidad de P. Las cantidades de P en los suelos de Namasigüe (Cuadro 8), fueron muy bajas lo que afecta el contenido de P en la planta de sorgo.

4.5.1.3. Potasio. Como se muestra en el Cuadro 11, hubieron diferencias significativas bajo los sistemas de producción con relación al contenido de K en el sorgo ($p \leq 0.085$). El

mayor contenido de K en la planta se encontró en los sistema de labranza mínima y de barbecho, los cuales no fueron estadísticamente diferentes entre ellos, pero si con el sistema de barreras vivas, en el que las plantas tuvieron el menor porcentaje de K. Según Marschner (1995), una reducción en el pH (aumento en los niveles de H^+) genera la permeabilización de las células, produciéndoles plasmólisis, pudiendo perderse elementos como el K.

En el Cuadro 8 se observa la presencia de un mayor contenido de K en el suelo, por lo que las plantas en este sistema de producción tuvieron mayor disponibilidad de K, estos resultados están relacionados con el contenido de nutrimentos en el suelo.

4.5.1.4. Calcio. No hubieron diferencias significativas entre los contenidos de Ca en los sorgos bajo los tres sistemas de producción ($\alpha \leq 0.10$).

4.5.1.5. Magnesio. Hubieron diferencias significativas entre el contenido de Mg de los sorgos bajo los tres sistemas de producción. Las plantas producidas bajo barbecho y barreras vivas tuvieron el contenido de Mg más alto, pero no fueron estadísticamente diferentes aunque las plantas cultivadas bajo el sistema de labranza mínima no fueran distintas de estas últimas (Cuadro 11).

4.5.2. Análisis foliar de las variedades de sorgo

Con la finalidad de determinar la cantidad de nutrimentos en el tejido vegetal se realizó un análisis foliar de las variedades de sorgo como se muestra a continuación.

Cuadro 12. Analisis foliar de las variedades de sorgo en Namasigüe, Choluteca. Honduras, 1999.

Variedad	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
DMV-137	0.7 a	0.1 b	1.7 a	0.2 a	0.1 a
DMV-198	0.8 a	0.2 a	1.4 b	0.1 b	0.1 a
Sureño	0.8 a	0.1 ab	1.5 b	0.1 b	0.1 a
CV (%)	20.03	28.35	15.033	29.86	21.84
SNK	0.023	0.002	0.05	0.002	0.001

Medias de las mismas columnas seguidas por las misma letra no son diferentes significativamente ($SNK \leq 0.10$).

Los contenidos de P, Ca y Mg, tuvieron un alto coeficiente de variación lo que indica de que esta diferencia que se presentó entre las variedades en cuanto al contenido de estos elementos se atribuye más al error experimental que en sí a la diferencia entre variedades.

4.5.2.1. Nitrógeno. El contenido de N entre las variedades de sorgo fue igual en los tres sistemas de producción (Cuadro 12).

4.5.2.2. Fósforo. El contenido de P en las plantas fue estadísticamente diferente entre variedades ($p \leq 0.0119$); teniendo el mayor contenido de P la DMV-198 (Cuadro 12). Las variedades DMV-137 y Sureño no presentaron diferencia en el contenido de este elemento.

Esta diferencia puede atribuirse a las características genéticas de las variedades, siendo la DMV-198 capaz de extraer del suelo mayor cantidad de P, pese a la poca cantidad de fósforo en el suelo, probablemente por el desarrollo de un sistema radical más eficiente para la extracción de este nutrimento no móvil en el suelo (Cuadro 12).

4.5.2.3. Potasio. Se presentaron diferencias significativas entre los contenidos de K entre las variedades. ($p \leq 0.0245$), (Cuadro 12). La variedad DMV-137 tuvo un mayor contenido de este nutrimento, siendo estadísticamente diferente al sorgo Sureño y a la variedad DMV-198. Nuevamente esto puede atribuirse a la diferencia genética entre las variedades, presentando la primera la mayor capacidad de absorción de este catión.

4.5.2.4. Calcio. En el Cuadro 12, se observan las diferencias significativas en cuanto al contenido de Ca entre variedades ($p \leq 0.030$), presentando mayor contenido de este elemento la DMV-137. Los contenidos de Ca en las variedades DMV-198 y Sureño no fueron diferentes entre sí.

4.5.2.5. Magnesio. No hubo diferencias significativas entre variedades por el contenido de Mg, lo que sugiere que la absorción del mismo es independiente de la variedad que se use (Cuadro 12).

4.6. EVALUACION DEL TRATAMIENTO DE FERTILIZACION BASADO EN EL ANALISIS DE SUELO Y DEL TRATAMIENTO DEL PRODUCTOR EN FRIJOL EN EL OCOTAL, YUSCARÁN, EL PARAÍSO .

Se probaron dos tecnologías de fertilización, la primera basada en el análisis de suelo y la segunda realizada por el agricultor, para determinar la mejor alternativa de producción en la zona. Este ensayo se condujo en la comunidad de El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso.

Cuadro 13. Rendimiento de frijol (kg/ha) y sus componentes, para los tratamientos basados en el análisis de suelo y del agricultor, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso, Honduras, 1999.

Tratamientos	Plantas/ha	Vainas/planta	Granos/vaina	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)
Agricultor	63583.3	9.13	5.52	21.9	790.90
Basado en Análisis	64166.6	9.74	5.39	21.56	969.70
Prob. T	0.9245 n.s.	0.5891 n.s.	0.5355 n.s.	0.8644 n.s.	0.4587 n.s.
CV(%)	18.99	45.77	0.75	22.77	5.75

n.s.= No significativo($T \leq 0.10$)

No se presentaron diferencias significativas entre sistemas de producción ni entre tratamientos en cuanto a las variables número de plantas/ha, vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, y rendimiento.

Aunque en promedio el tratamiento basado en el análisis de suelo generó los mayores rendimientos, no se presentaron diferencias significativas entre las dos tecnologías.

4.7. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DEL FRIJOL EN EL OCOTAL, YUSCARAN, EL PARAISO, HONDURAS.

Cuadro 14. Análisis de medias de características de suelo antes de la siembra, en cada sistema de producción, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso, Honduras, 1999.

Sistema de producción	Estabilidad de los agregados (%)	Carbón activo (ppm)	pH	M.O. (%)
Barbecho	3.4	647.3	5.0	3.1
Barreras vivas	3.8	745.7	5.1	3.7
Prob. $\leq T$	0.773 n.s.	0.474 n.s.	0.680 n.s.	0.148 n.s.
CV(%)	44.48	25.75	2.27	4.49

n.s.= No significatio ($T \leq 0.10$)

4.7.1. Estabilidad de los agregados

Aunque en promedio el sistema de barreras tuvo un mayor porcentaje en estabilidad de los agregados que el sistema de barbecho, no hubo diferencias significativas entre la estabilidad de los agregados entre los dos sistemas de producción. Este resultado pudo deberse a que la estabilidad de los agregados depende directamente de la intensidad de laboreo (Cuadro 14).

Los coeficientes de variación fueron altos en el análisis de la variable estabilidad de los agregados (Cuadro 14), esto probablemente se haya dado porque la preparación de las muestras previo al análisis depende mucho de la apreciación del investigador.

El sistema bajo barbecho no ha sido cultivado por 15 años, por lo que se podría asumir que se ha reducido el espacio poroso y como resultado el crecimiento de microorganismos que ayudan a la formación de gomas que contribuyen a la estabilidad de agregación del suelo (Díaz *et al.*, 1993).

4.7.2. Carbón activo

Aunque en promedio el contenido de carbón activo fue mayor en el sistema de barreras vivas, debido a la mayor acumulación de m.o. en el suelo por incorporación de rastrojos en este sistema, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los dos sistemas (Cuadro 14).

4.7.3. pH y materia orgánica

En el Cuadro 14, se observa el contenido de m.o. y los valores de pH de los suelos bajo los dos sistemas de producción que no presentaron diferencias significativas. Pese a no haber diferencias en estas variables, en promedio el sistema de barreras vivas tuvo el mayor contenido de m.o.

Esto pudo deberse a la mayor acumulación de m.o. por la incorporación de los residuos de cosecha a esta área, mientras que el sistema en barbecho el largo período de descanso fue dominado por especies madereras como el pino, cuyas hojas contribuyen a acidificar el suelo y no permiten un buen crecimiento de cobertura vegetal que pueda aumentar el contenido de m.o.

4.8. MACRONUTRIMENTOS

Cuadro 15. Contenidos de nutrimentos en el suelo presiembra bajo los sistemas de producción, El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras 1999.

Sistema de producción	N total	P	K	Ca	Mg
	(%)	(ppm)			
Barbecho	0.09	65	94	1747	210
Barreras vivas	0.12	18	95	1787	212
Prob.≤T	0.04*	0.0001*	0.92	0.71	0.99
CV(%)	9.89	3.15	31.49	6.04	8.17

*medias entre las que se encontró diferencia significativa ($T \leq 0.10$)

Los únicos contenidos de elementos que presentaron diferencias estadísticas entre sistemas de producción fueron el N total y el P.

4.8.1. Nitrógeno

El contenido de N total fue mayor en área de barreras vivas ($T \leq 0.0352$). Esto pudo deberse a la acumulación de m.o. por la incorporación de rastrojos de cultivos (Cuadro 15). El menor contenido de N total en el sistema de barbecho a pesar de haber estado 15 años en descanso fue bajo, pudo deberse a la mayor pendiente de esta área y al arrastre de nutrimentos por la ocurrencia de la tormenta tropical Mitch (octubre, 1998), ya que esta fue una de las áreas más afectadas en la zona por la misma.

4.8.2. Fósforo

El sistema que tuvo mayor contenido de P fue el de barbecho, comparado al de barreras vivas. Esta diferencia fue altamente significativa ($T \leq 0.0001$), pudo deberse a que con el paso del tiempo el contenido de P se mantiene en el suelo porque no se rompe el reciclaje de nutrimentos bajo el sistema de barbecho (Cuadro 15).

4.8.3. Potasio

El contenido de K en el suelo no fue estadísticamente diferente entre los sistemas de producción (Cuadro 15).

4.9. NUTRIMENTOS SECUNDARIOS

4.9.1. Calcio y magnesio

No se presentaron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$), entre sistemas de producción ni entre tratamientos de fertilización en cuanto a los contenidos de Ca y Mg, según muestra el Cuadro 15.

4.10. EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE SUELO Y EL DEL AGRICULTOR POR LOS PRODUCTORES DEL OCOTAL, YUSCARÁN.

La evaluación de los 11 productores de las dos tratamientos de fertilización (10 de enero 2000) se realizó tanto para el tratamiento basado en el análisis de suelo evaluado dentro del sistema de barbecho y barreras vivas como para el tratamiento agricultor evaluado en los mismos sistemas.

De los 11 agricultores encuestados el 64% escogieron dentro del sistema de producción bajo barbecho al tratamiento del agricultor y evaluaron a este tratamiento como rápido con respecto al criterio precocidad.

Con relación al criterio desarrollo del 64% de los encuestados que escogieron al tratamiento agricultor, 86% de ellos respondieron que las eran más fuertes que las del tratamiento con fertilización basada en el análisis de suelo. De los agricultores que escogieron el tratamiento del agricultor 43% opinó que el rendimiento de las plantas era excelente; el 29% de los agricultores opinaron que el rendimiento era bueno y el restante 28% opinó que era regular.

El 86% de los agricultores encuestados opinaron que el número de vainas por planta del tratamiento del agricultor bajo el sistema de producción de barbecho era bueno, mientras que el restante 14% opinó que era excelente. En cuanto al número de granos por vaina el 57% de los agricultores respondieron que el número de granos por vaina era bueno, el 29% respondió que era regular y el restante 14% opinó que el número de granos por vaina era excelente.

Dentro del sistema de producción de barbecho, el 36% de los agricultores participantes respondieron que el mejor tratamiento era el basado en el análisis de suelo. De estos agricultores el 100% opinó que las plantas cultivadas bajo este tratamiento eran de crecimiento lento y que el desarrollo de las plantas era fuerte; el 75% de los agricultores

catalogó al rendimiento como excelente y el restante 25% como regular. En cuanto al número de vainas/planta, un 75% de los agricultores lo evaluaron como bueno y el restante 25% lo evaluó como regular. En cuanto al número de granos por vaina un 75% de los agricultores lo evaluó como bueno y el 25% de ellos le asignaron una categoría de regular.

Del 100% de los agricultores que participaron en la evaluación el 55% de los agricultores escogieron al tratamiento basado en el análisis de suelo dentro del sistema de barreras vivas como el mejor y de éstos el 100% opinaron que este tratamiento era tardío en cuanto al criterio precocidad. En cuanto al desarrollo de la planta el 100% de los agricultores respondió que las plantas eran fuertes. El 50% de los agricultores evaluó el criterio rendimiento como excelente, el 33% de estos agricultores lo evaluó como bueno y el 17% restante lo evaluó como regular.

El 45% de los agricultores escogieron el tratamiento agricultor dentro del sistema de producción de barreras vivas y de este porcentaje el 60% opinó que este tratamiento fue menos precoz. En cuanto al desarrollo de las plantas el 80% de los agricultores opinó que las plantas eran fuertes, mientras que el 20% opinó que eran débiles. En cuanto al criterio rendimiento, el 60% de los agricultores opinó que era excelente y 40% restante opinó que era bueno. En cuanto al número de vainas/planta, el 60% de los agricultores opinó que era bueno y el 40% restante opinó que era excelente, en cuanto al número de granos/vaina un 40% de los agricultores opinó que era bueno, un 40% opinó que era excelente y un 20% opinó que era regular.

Estos resultados varían mucho por la poca experiencia de los agricultores para la evaluación de variedades. La evaluación de los productores depende grandemente de su percepción, por lo tanto es muy difícil uniformizar criterios. Adicionalmente el número de agricultores a la evaluación fue bajo.

4.11. ESTUDIO ECONÓMICO

En este análisis de presupuesto parcial, se consideraron los costos diferenciales de cada tratamiento para determinar cual produjo mayores beneficios al agricultor.

Cuadro 16. Análisis de presupuesto parcial para cada tratamiento en la producción de frijol en el sistema de barbecho, considerando los costos diferenciales para cada tratamiento en El Ocotal, Yuscarán, El Paraíso. Honduras, 1999.

	Basado en análisis de suelo	Agricultor
Rendimiento (kg/ha)	644.3	991.5
Rendimiento ajustado (kg/ha)	515.4	793.2
Precio de venta (L/kg)	9.9	9.9
Ingreso bruto (L/ha)	5102.8	7857.6
Costos de fertilizantes y enmiendas		
18-46-0 (L/ha)		2020.1
0-0-60 (L/ha)	155.5	
Urea (L/ha)		669.9
Nitrato de amonio (L/ha)	326.4	
Cal (L/ha)	805	
Mano de obra (L/ha)	1555.5	1400
Total de costos variables (L/ha)	2842.5	4090
Ingresos netos(L/ha)	2260.3	3767.7
TRM (%)	79.5	92.1

En el presupuesto parcial no se han incluido los costos comunes entre los tratamientos como fungicidas e insecticidas.

Según el análisis económico que se muestra en el Cuadro 16, la tecnología del agricultor bajo el sistema de barbecho resultó ser la mejor tanto en rendimiento como en su rentabilidad, ya que para esta tecnología por cada lempira invertido por el agricultor ganaba aproximadamente L 0.90, mientras que para la tecnología de fertilización basada en el análisis de suelo que obtuvo un menor rendimiento por cada lempira invertido por el agricultor ganó aproximadamente L 0.80.

Cuadro 17. Análisis de presupuesto parcial para cada tratamiento en la producción de frijol en el sistema de barreras vivas, considerando los costos diferenciales de cada tratamiento en El Ocotol, Yuscarán, El Paraíso. Honduras 1999.

	Basado en análisis de suelo	Agricultor
Rendimiento (kg/ha)	1186.7	775.7
Rendimiento ajustado (kg/ha)	949.4	620.6
Precio de venta (L/kg)	9.9	9.9
Ingreso bruto (L/ha)	9398.7	6143.7
Costos de fertilizantes y enmiendas		
18-46-0 (L/ha)	269.3	918.2
0-0-60 (L/ha)	203.3	
Urea (L/ha)		305.4
Nitrato de amonio (L/ha)	240	
Cal (L/ha)	2058.8	
Mano de obra (L/ha)	1555.5	1400
Total de costos variables (L/ha)	4326.9	2623.6
Ingresos Netos(L/ha)	5072.0	3520.2
TRM (%)	117.2	134.2

\$ 1.00= L. 14.60

Cálculos realizados en kg/ha.

Para el análisis económico (Cuadro 17) del sistema bajo barreras vivas aunque el rendimiento fue mayor para el tratamiento de fertilización según el análisis de suelo, no fue más rentable, ya que por cada 1 lempira invertido en el tratamiento ganaba aproximadamente 1.17L, a diferencia de la tecnología productor que en rendimiento obtuvo el valor más bajo, pero económicamente resultó ser más rentable para el agricultor, pues por cada lempira invertido ganaba aproximadamente 1.34L.

5. CONCLUSIONES

1. Los sistemas de producción no influyeron sobre los rendimientos del sorgo.
2. Los rendimientos de las variedades fotosensibles DMV-137 y DMV-198 no superaron al de la variedad no fotosensible Sureño, en ninguno de los sistemas de producción.
3. El sistema de labranza mínima junto a un manejo adecuado de los rastrojos generó un aumento de la fertilidad del suelo, además contribuye al mejoramiento de la calidad del suelo, mejorando parámetros como la estabilidad de los agregados y carbón activo calidad de suelo.
4. El rendimiento del frijol fue independiente del tratamiento de fertilización usado en cualquiera de los sistemas de producción.
5. Aunque resultó más rentable la tecnología usada por el agricultor, ésta no es sostenible a largo plazo por no devolver al suelo los nutrientes que se le sustraen con la producción continua y bajo uso de insumos.

6. RECOMENDACIONES

1. Continuar cultivando bajo un sistema de labranza mínima con un buen manejo de los rastrojos.
2. Usar la variedad mejorada Sureño y DMV-137 adaptadas a la zona que han obtenido los valores más altos en cuanto a biomasa y rendimiento, para ser usadas como alternativa a la alimentación humana y animal.
3. Llevar un registro contable sobre cada actividad realizada en cada ciclo de producción, con el fin de evaluar la rentabilidad de nuevos tratamientos que se quiera implementar.
4. Incluir en futuros estudios factores externos que afectan no solo la productividad de otros rubros sino también la estabilidad del ecosistema.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGASSI, M. 1997. Soil erosion, conservation and rehabilitation. Soil characteristics and aggregate stability Estados Unidos. p 43-54.
- AYARZA, M. 1999. Sustainable land management for the oxisols of the Latin American savannas: dynamics of soil organic matter and indicators of soil quality. CIAT publications; Cali Colombia N° 312. 231 p.
- CARLS, J.; REICHE, C.; JAUREGUI, M. (1997). Protección de Suelos. Experiencias internacionales en protección de suelos. Editado por Máximo Araya. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. N° 4 . San José, Costa Rica, 41 p. Serie de Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales.
- CIMMYT. 1988. La información de recomendaciones a partir de datos agronómicos un diseño metodológico de evaluación económica. México, CIMMYT, 79 p.
- CIMMYT. 1999. Desafíos presentes y futuros de la investigación agrícola regional. Implicaciones de políticas. San José, Costa Rica p 87-108.
- COMPTON, P. 1990. Agronomía del sorgo. Centro de Tecnología Agrícola CENTA, El Salvador, C.A. 301 p.
- CUBERO, D. 1996. Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 278 p.
- DIAZ, R. A.; TORELLA, J. L.; SANTANATOGLIA, O.P. 1993. Efecto de los Sistemas de Labranza sobre la Estabilidad Estructural y Contenido de Gomas Microbianas. Centro de Radiología, Departamento de Ecología, Facultad de Radiología, Universidad de Buenos Aires, Turrialba, Vol. 43, # 1, p 1-6.
- DORAN, J.; PARKIN, T. 1994 Defining and Assessing Soil Quality for a Sustainable Environment. American Society of Agronomy, Inc, Madison, Wisconsin, USA, Publication # 35.
- ERICKSON, N. 1998. Manual apuntes de clase de Introducción a Suelos. Zamorano. 95 p.

- FAGERIA, N. K. 1991. Growth and Mineral Nutrition of Fields Crops. Edit by Marcel Dekker. New York, 467 p.
- GUERRERO, A. 1996. El suelo, los fertilizantes y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 2^{da} edición. 206 p.
- GUTIERREZ, M. 1995. Barreras vivas de conservación de suelos, para pequeños agricultores de laderas; evaluación técnica económica. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 108 p.
- GUTIERREZ, P. 1990. Análisis comparativo del crecimiento de sorgo sembrado en cultivo puro y casado con maíz. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 43 p.
- GREENFIELD, J. 1989. The ideal plant for vegetative soil and moisture conservation. World Bank. Washington, D.C. No 2. 114 –119 p.
- GRIMSHAW, R. 1996. The role of vetiver grass in sustaining agriculture productivity. The World Bank Washington D.C. USA. no 3. 320 p.
- KIM, T. H. 1996. Soil sampling preparation, and annalysis. Edited by Marcel Dekker. New York, United States, 408 p.
- KLEINMAN, P.; BRYANT, R.; PIMENTEL, D. 1996. Assessing Ecological Sustainability of Slash-and-Burn Agriculture through Soil Fertility Indicators. Agronomy Journal, New York, United States. Vol. 88. 122-127 p.
- LARSON, W.; PIERCE. F. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. American Society of Agronomy, Inc, Madison, Wisconsin, USA, Publication # 35.
- LEON, T. 1995. Efectividad de las prácticas y el impacto de la transferencia. Managua, Nicaragua. PASOLAC. Seminario Nacional de Conservación de Suelos y Agua. 80 p.
- MARSCHNER. H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Second Edition. 889 p.
- MSTAT- C. 1995. Análisis Estadístico de la Universidad de Michigan. Versión 2.1
- National Research Council, 1993. Vetiver grass. A thin green line against erosion. Editado por Ruskin, F. Washington D.C. National Academic Press. 170 p.
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. 90 p.

- ROSAS, J.C. 1998. El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Zamorano Honduras, Zamorano Academic Press. 52 p.
- SAMAYOA, M. 1999. A watershed-level economic assessment of the downstream effects of steepland. Erosion on shrimp production, Honduras. M. S. thesis. Texas A&M Univerity.
- SAS Institute Inc. 1996. SAS/STAT User's Guide (version 6.12). Fourth edition. SAS Inst., Inc., Cary, N. C. 912 p.
- SIERRA, H. 1998. Effectiveness of rock wall terraces on soil conservation and crop performance in a southern Honduras steepland farming system. M.Sc. Thesis Rangeland Ecology and Management Department, Texas A&M University, 160 p.
- SIERRA, H. 1996. Cultivo de maicillos criollos en Honduras. Apuntes de clase de Agronomía, 9 p.
- SMITH, E. 1997. Assessment of soil and water conservation methods applied to cultivated steplands of southern Honduras. Technical Bulletin #98-2 Texas A&M Univerity. 21 p.
- TALAVERA, M. 1991. Eficiencias de los sorgos Sureño e Isiap Dorado en el uso de N. durante la primera y postrera. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 30 p.
- THOMPSON, M. 1992. The effect of stone retention walls on soil productivity and crop performance on selected hillside farms in southern Honduras. M. SC. Thesis. Texas A&M University. 48 p.
- THUROW, T. JUO, A.S.R. 1995. Land-forming Atlantic coastal plain soils: Crop yield relationship to soil physical and chemical properties. Journal of Soil and Water Conservation 34:20-24
- TISDALE, S. L., NELSON, B. BEATON, T. HAVLIN, J. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. Micronutrients and Other Beneficial Elements in Soil and Fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York, 5th. Ed. 634 p.
- TURCIOS, W. 1996. Primera bolsa de oferta y demanda de tecnologías para la conservación de suelos y agua. Managua. 35 p.
- UNGER, P. 1996. Common Soil and Water Conservation Practices. New York. Dekker. P 239-266.
- UNIR, 1997. Monografía de la Comunidad de El Ocotal. Zamorano Honduras. 47 p.

- USAID; PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL USO Y PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA (L.U.P.E.) 1994. Manual práctico de manejo de suelos en laderas. Honduras. P 1-20.
- WEIL, R.; ISLAM, K. 1998. A Rapid Microwave Digestion Method for Colorimetric Measurement of Soil Organic Carbon. Department of Natural Resource Sciences and Landscape Architecture, University of Maryland. p 2270-2283.
- WESTERHOF. R. 1999. Sustainable land mangement for the oxisols of the Latin American savannas: dynamics of soil organic matter and indicators of soil quality Carbon Fraction as Sensitive Indicators of Quality of Soil Organic Matter. 125- 140 p.

BIBLIOTECA
ESCUELA DE INGENIERIA
1950

8. ANEXOS

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: BEATRIZ POZO
Institución: AGRONOMIA - EAP
Localización: Aldea Municipio
de la muestra: NAMASIGUE
Departamento: CHOLUTECA
Cultivo a sembrar:
Recomendación: Si No X

RESULTADO DE ANALISIS

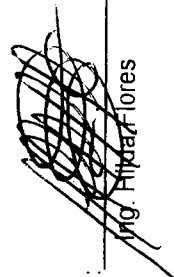
Fecha de entrada: 25/08/99
Fecha de salida: 08/09/99

Interpretación:

A=Alto
M=Medio
B=Bajo
N=Normal
N/A=Normal/Alto
B/N=Bajo/Normal

pH
FA=Fuertemente Acido
MA=Moderadamente Acido

# Lab.	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H ₂ O)	% M.O	% N total	ppm (Disponible)												
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B			
978	Valeriana Alta	Franco	46	30	24	5.55	2.46	0.11	B	B	A	2512	532	10	N/A	1.9	20	16	N/A	B/N	N
979	Valeriana Media	Franco Arcilloso	40	30	30	5.35	4.46	0.20	B	M	A	2482	397	8	N/A	3.9	47	32	A	N	N
980	Valeriana Baja	Franco	46	28	26	5.42	3.55	0.17	B	B	A	2527	382	10	N/A	2.7	39	23	A	B/N	N
981	Martin Alta	Franco Arcilloso	42	30	28	5.62	5.95	0.28	B	A	A	2647	375	11	N/A	5.3	49	29	A	N	N
982	Martin Media	Franco	44	30	26	5.92	6.15	0.30	B	A	A	2535	375	11	N/A	5.1	43	30	A	N	N



Responsable: Ing. Hilaria Torres



Jefe Lab. Dra. Ana Margoth de Andrews

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: BEATRIZ POZO		
Institución: AGRONOMIA - EAP		
Localización	Aldea	Municipio
de la muestra: NAMASIGUE		
Departamento: CHOLUTECA		
Cultivo a sembrar:		
Recomendación:	Si	No X

RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 25/08/99

Fecha de salida: 08/09/99

Interpretación:

A=Alto pH
M=Medio MA=Moderadamente Acido
B=Bajo LA=Levemente Acido
N=Normal
N/A=Normal/Alto
B/N=Bajo/Normal

# Lab.	Muestra	Textura	%	%	%	pH	%	%	ppm (Disponible)									
									Arena	Limo	Arcilla	(H ₂ O)	M.O	N _{total}	P	K	Ca	Mg
983	Martin Baja	Franco	40	34	26	MA 5.76	A 5.96	A 0.25	B 1	A 180	A 2422	A 367	B 11	N/A 4.8	A 47	A 25	N 3.0	N 0.70
984	Simeon Alta	Franco	40	34	26	MA 5.65	A 4.98	A 0.21	B 1	A 161	A 2377	A 427	B 10	N/A 3.8	A 43	A 28	N 1.6	N 0.78
985	Simeon Media	Franco	58	28	22	MA 5.88	A 5.04	A 0.23	B 3	A 164	A 2445	A 375	B 10	N/A 2.4	A 34	N/A 20	N 1.9	N 0.78
986	Simeon Baja	Franco	42	36	22	LA 6.11	A 4.62	A 0.24	B 2	A 144	A 2655	A 382	B 9	N/A 2.6	A 25	N/A 18	N 1.2	N 0.83

Responsable: _____
Ing. Hilda Flores

Jefe Lab. 
Dra. Ana Margoth de Andrews

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: BEATRIZ POZO		
Institución: AGRONOMIA - EAP		
Localización	Aldea	Municipio
de la muestra:	EL OCOTAL	YUSCARAN
Departamento: EL PARAISO		
Cultivo a sembrar:		
Recomendación:	Si	No X

RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 06/07/99

Fecha de salida: 20/07/99

Interpretación:

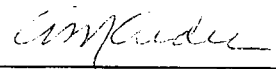
A=Alto pH
M=Medio FA=Fuertemente Acido
B=Bajo

# Lab.	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H ₂ O)	% M.O.	% N _{total}	ppm (Disponible)									
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
789	Barbecho # 1					FA 4.94	M 2.56	B 0.09	A 70	M 90	A 1612	M 195						
790	Barbecho # 2					FA 5.03	M 3.14	B 0.09	A 64	M 96	A 1747	M 210						
791	Barbecho # 3					FA 5.15	M 3.59	B 0.10	A 63	M 98	A 1882	M 225						
792	Barreras # 1					FA 5.09	M 3.78	M 0.11	B 13	M 82	A 1845	M 255						
793	Barreras # 2					FA 4.96	M 3.47	M 0.11	M 18	M 78	A 1725	M 202						

Responsable:


Ing. Hilda Flores

Jefe Lab.


Dra. Ana Margoth de Andrews

ZAMORANO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: BEATRIZ POZO		
Institución: AGRONOMIA - EAP		
Localización	Aldea	Municipio
de la muestra:	EL OCOTAL	YUSCARAN
Departamento: EL PARAISO		
Cultivo a sembrar:		
Recomendación:	Si	No X

RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 06/07/99

Fecha de salida: 20/07/99

Interpretación:

A=Alto

pH

M=Medio

FA=Fuertemente Acido

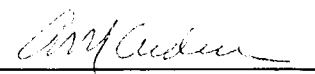
B=Bajo

# Lab.	Muestra	Textura	%	%	%	pH	%	%	ppm (Disponible)										
									Arena	Limo	Arcilla	(H ₂ O)	M.O.	N _{total}	P	K	Ca	Mg	S
794	Barreras # 3					FA	M	M	M	M	A	M							
795	Parte superior # 4					FA	M	M	A	M	A	A							
796	Parte inferior # 4					FA	M	M	M	M	A	A							

Responsable:


Ing. Yilda Flores

Jefe Lab.


Dra. Ana Margoth de Andrews

ZAMORANO
CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA
LABORATORIO DE SUELOS

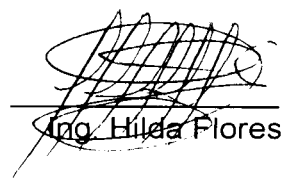
25 de febrero de 2000

Resultado de análisis foliar de sorgo

Solicitante: Beatriz Pozo

# Lab.	Muestra	%				
		N	P	K	Ca	Mg
147	# 1	0.87	0.18	1.16	0.09	0.12
148	# 2	0.72	0.13	1.43	0.13	0.09
149	# 3	0.76	0.12	1.46	0.09	0.15
150	# 4	0.97	0.14	1.27	0.11	0.10
151	# 5	0.56	0.08	1.33	0.14	0.14
152	# 6	0.54	0.07	2.14	0.12	0.11
153	# 7	0.80	0.13	1.45	0.14	0.16
154	# 8	0.91	0.20	1.27	0.12	0.14
155	# 9	0.8	0.19	1.30	0.14	0.15
156	# 10	0.77	0.25	1.54	0.13	0.13
157	# 11	0.81	0.20	1.65	0.12	0.16
158	# 12	0.84	0.17	1.16	0.10	0.18
159	# 13	0.62	0.11	1.76	0.10	0.12
160	# 14	0.90	0.11	1.12	0.09	0.09
161	# 15	0.47	0.08	1.42	0.14	0.08
162	# 16	0.66	0.28	1.48	0.19	0.14
163	# 17	0.55	0.11	1.15	0.15	0.13
164	# 18	0.67	0.08	1.86	0.14	0.11
165	# 19	0.65	0.10	1.72	0.22	0.10
166	# 20	0.70	0.08	1.80	0.22	0.18
167	# 21	0.97	0.17	1.56	0.26	0.18
168	# 22	1.16	0.22	1.63	0.14	0.16
169	# 23	0.76	0.11	2.10	0.22	0.16
170	# 24	0.75	0.16	1.77	0.18	0.18
171	# 25	0.62	0.14	1.79	0.24	0.14
172	# 26	0.75	0.09	1.70	0.19	0.11

Responsable:


 Ing. Hilda Flores

Jefe Lab.


 Dra. Ana Margoth de Andrews