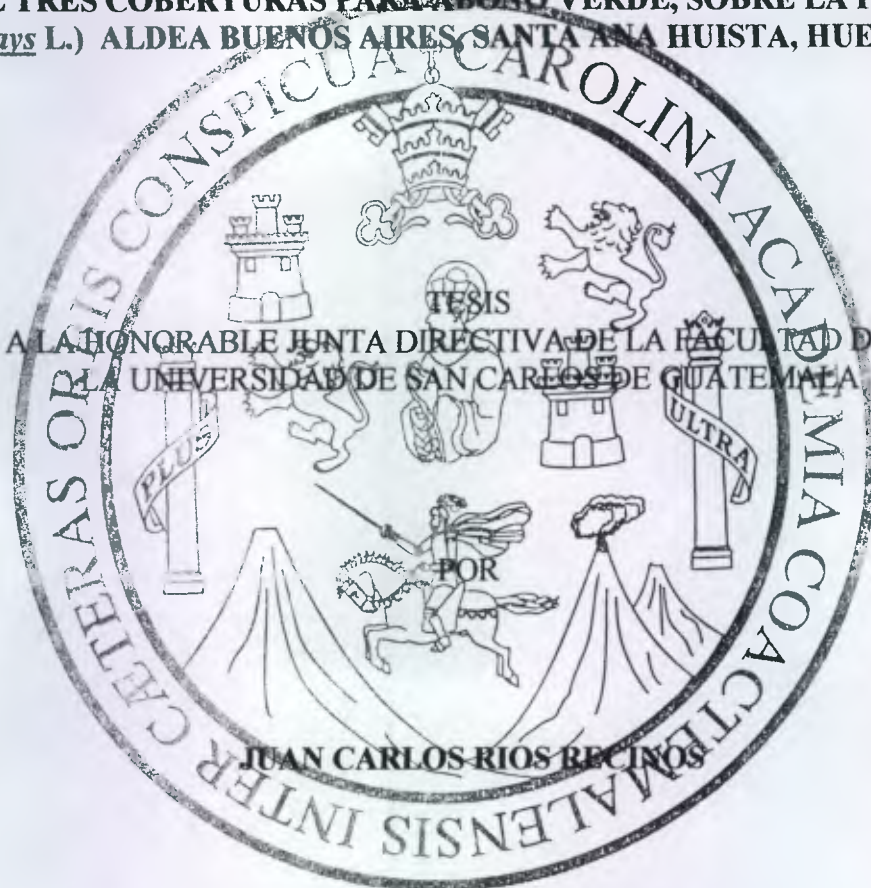


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

“EFECTO DE TRES COBERTURAS PARA ABONO VERDE, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAIZ (*Zea mays* L.) ALDEA BUENOS AIRES, SANTA ANA HUISTA, HUEHUETENANGO.”

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



En el acto de investidura como

**INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, Mayo del 2003

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(2017)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
SECRETARIO	Ing. Agr.	EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	Br.	WENER ARMANDO OCHOA OROZCO
VOCAL QUINTO	Br.	JUAN MANUEL COREA OCHOA

Guatemala, Mayo del 2003

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De la manera mas cordial y de conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

“EFECTO DE TRES COBERTURAS PARA ABONO VERDE, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAIZ (*Zea mays* L.) ALDEA BUENOS AIRES, SANTA ANA HUISTA, HUEHUETENANGO.”

Presentado como requisito previo para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,


Juan Carlos Rios Recinos

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Que ha estado y estará siempre a mi lado, dándome fuerzas y mostrándome su inmenso y misericordioso amor.

JESUS:

Mi eterno y mejor amigo. Por que sin su amor esta meta no seria una realidad.

MIS PADRES:

**REINA MARGARITA RECINOS CASTILLO
JOSE ALFONSO RIOS**

Con amor.

Como una pequeña recompensa a sus esfuerzos y sacrificios.
Gracias por darme la existencia, el amor, la comprensión y el apoyo para enfrentar la vida, los quiero mucho.

MI ESPOSA:

NORMA ARACELY REYES DE RIOS

Gracias por el apoyo, cariño y amor, la quiero mucho.

Mis hijos:

MARIA DE LOS ANGELES Y BEBE

Por el cariño y amor, los quiero mucho.

MIS HERMANOS:

CLAUDIA MARGARITA, ALFONSO Y MOISÉS

Por el cariño que siempre me han dado, los quiero mucho.

MIS ABUELOS:

MOISES RECINOS (Q.E.P.D)

MARGARITA CASTILLO

BERTA RIOS

MI TIA

SONIA RIOS

Gracias por inculcarme esos valores y principios, los quiero mucho.

MIS AMIGOS:

**ERNESTO CARRILLO (Q.E.P.D.), RUBEIN LEMUS,
NESTOR HERNÁNDEZ, HANS CALDERON, RITA
CLAUDIA CABRIA, ALFREDO ALDANA MARTINEZ,
ELKA MARTINEZ, JULIO MENDEZ, JUAN CARLOS
GALVEZ, LUIC MATEO, HENRY RIVAS...**

Gracias por su amistad, su cariño, sus consejos y su apoyo.

MI FAMILIA EN GENERAL:

Como muestra de cariño y respeto

ACTO QUE DEDICO

A:

Mi bella Guatemala
Tierra bendita de DIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Agronomía.
Por que cada uno de ellos con su trabajo han contribuido con mi formación profesional.

Pobladores de la aldea Buenos Aires, Santa Ana Huista, Huehuetenango.
En especial a la familia Lemus López.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. FRANCISCO VASQUEZ

Ing. Agr. MAXDELIO HERRERA

Por la asesoría y su incondicional apoyo durante la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. **ROLANDO ARAGON** por el apoyo brindado en la realización de la presente investigación.

FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE NO HAYA NOMBRADO, PERO QUE CON SU CONSEJO, TRABAJO, EJEMPLO Y CARIÑO, ME HAN MOTIVADO A LOGRAR UNA META DE MI VIDA.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCION.....	01
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	03
3. MARCO TEORICO.....	05
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	05
3.1.1 Productividad del suelo.....	05
3.1.2 Importancia de la materia orgánica.....	06
3.1.3 Abonos verdes.....	10
3.1.4 El nitrógeno y su fijación.....	12
3.1.5 Investigaciones con abonos verdes y malezas.....	12
3.1.6 Practicas campesinas de abonos verdes.....	14
3.1.7 El impacto de la tecnología apropiada.....	15
3.1.8 Características generales del frijol terciopelo.....	17
3.1.9 Características generales del frijol arroz.....	18
3.1.10 Características generales del chipilín.....	19
3.1.11 Plagas y controles.....	20
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	22
3.2.1 Ubicación geográfica.....	22
3.2.2 Clima.....	22
3.2.3 Suelo.....	22
4. OBJETIVOS.....	24
5. HIPÓTESIS.....	25
6. METODOLOGÍA.....	26
6.1 Descripción de los materiales experimentales.....	26
6.2 Primera época del cultivo de maíz.....	27
6.2.1 Factores a evaluar.....	27
6.2.2 Diseño experimental para la primera época de siembra de maíz.....	27
6.2.3 Descripción de los tratamientos a evaluar.....	28
6.2.4 Descripción de la unidad experimental.....	29
6.2.5 Manejo del experimento.....	35
6.2.6 Variable respuesta para la primera época del cultivo de maíz.....	37
6.3. Segunda época del cultivo de maíz.....	38
6.3.1 Descripción de los tratamientos a evaluar.....	38
6.3.2 Diseño experimental para la segunda época del cultivo de maíz.....	39
6.3.3 Descripción de la unidad experimental.....	39
6.3.4 Manejo del experimento.....	39
6.3.5 Variable respuesta para la segunda época del cultivo de maíz.....	40
6.4. Análisis del experimento.....	41
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
7.1 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ.....	46
7.2 VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DE MALEZAS.....	53
7.3 VALORES DE LOS DIFERENTES NUTRIENTES DEL SUELO.....	55
7.4 ANALISIS ECONOMICO DE RENTABILIDAD.....	58
8. CONCLUSIONES.....	62

Página

9. RECOMENDACIONES..... 63
10. BIBLIOGRAFÍA..... 64
11. APÉNDICE..... 66

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Alimento del frijol terciopelo (tallos y hojas).....	18
CUADRO 2. Alimento del frijol arroz (tallos y hojas).....	19
CUADRO 3. Alimento de chipilín (hojas).....	20
CUADRO 4. Factores y niveles que se evaluaron en la primera época de cultivo de maíz.....	27
CUADRO 5. Densidades de maíz y de las especies de leguminosas.....	28
CUADRO 6. Descripción de los tratamientos para la primera época de cultivo de maíz.....	29
CUADRO 7. Cantidad de semilla, distancia de siembra y forma de siembra de las leguminosas utilizadas y evaluadas en los tratamientos.....	35
CUADRO 8. Descripción de los tratamientos para la segunda época del cultivo de maíz.....	38
CUADRO 9. Resumen del análisis de varianza del rendimiento en primera época de maíz en kg/ha por tratamiento.....	46
CUADRO 10. Resumen de la prueba de Tukey del rendimiento promedio de maíz en la primera época en kg/ha por tratamiento.....	48
CUADRO 11. Resumen del análisis de varianza del rendimiento en la segunda época de maíz en kg/ha por tratamiento.....	49
CUADRO 12. Resumen de la prueba de Tukey del rendimiento promedio de maíz en la segunda época en kg/ha por tratamiento.....	50
CUADRO 13. Promedio de biomasa (materia verde) de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín en kg/ha incorporada al suelo.....	51
CUADRO 14. Valores de importancia que predominan en los tratamientos en porcentaje.....	53
CUADRO 15. Resultados foliares de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín.....	56
CUADRO 16. Nitrógeno aportado en kg/ha al suelo en los tratamientos con la incorporación de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín al cultivo de maíz.....	57
CUADRO 17. Determinación de costos, beneficios y análisis de dominancia de los diferentes tratamientos, en primera época del cultivo de maíz.....	58
CUADRO 18. Determinación de costos, beneficios y análisis de dominancia de los diferentes tratamientos, en la segunda época del cultivo de maíz.....	60
CUADRO 19.A Rendimiento en la primera época de maíz kg/ha por tratamiento.....	70
CUADRO 20.A Resumen auxiliar de interacción entre los factores A y B en la primera época de cultivo de maíz.....	70
CUADRO 21.A Rendimiento en la segunda época del cultivo de maíz en kg/ha por tratamiento.....	71
CUADRO 22.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.....	72
CUADRO 23.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.....	74
CUADRO 24.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.....	75
CUADRO 25.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo del maíz.....	78
CUADRO 26.A Resultados y análisis de las muestras de suelo en la primera época del cultivo de maíz.....	80
CUADRO 27.A Resultados y análisis de las muestras de suelo en la segunda época del cultivo de maíz.....	80

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Distribución de los tratamientos en el campo.....	30
FIGURA 2. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.....	31
FIGURA 3. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.....	32
FIGURA 4. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.....	33
FIGURA 5. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.....	34
FIGURA 6. Rendimiento promedio (kg/ha) de maíz en cada uno de los tratamientos evaluados.....	49
FIGURA 7. Rendimiento de maíz en kg/ha y biomasa de frijol terciopelo, frijol arroz y Chipilin en kg/ha por tratamiento.....	52
FIGURA 8. Valores de importancia de las especies de malezas en cada uno de los tratamientos.....	54
FIGURA 9. Nitrógeno en kg/ha aportado al suelo con la incorporación de biomasa del frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín al cultivo de maíz.....	57
FIGURA 10. Curva de beneficios netos en la primera época del cultivo de maíz.....	59
FIGURA 11. Curva de beneficios netos en la segunda época del cultivo de maíz.....	61
FIGURA 12..A Localización geográfica de la aldea de Buenos Aires, Santa Ana Huista, Huehuetenango.....	67

EFFECTO DE TRES COBERTURAS PARA ABONO VERDE, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.) ALDEA BUENOS AIRES, SANTA ANA HUISTA, HUEHUETENANGO.

EFFECT OF THREE GREEN MANURES IN THE YIELD OF CORN (*Zea mays* L.) AT BUENOS AIRES VILLAGE, SANTA ANA HUISTA, HUEHUETENANGO.

RESUMEN

En la aldea Buenos Aires, Santa Ana Huista, Huehuetenango, el maíz (*Zea mays* L.) juntamente con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituyen la base alimenticia y fuente de ingreso de la población. El deficiente manejo que le han dado al suelo a través del tiempo, ha reducido las buenas condiciones físicas y químicas de este recurso, dependiendo y utilizando cada vez más fertilizantes y herbicidas químicos, que han subido de precio, contribuyendo a elevar sus costos y bajar la rentabilidad de producción del maíz, favoreciendo a que se tenga un alto riesgo, ya que las condiciones climáticas, el precio en el mercado o severos ataques de plagas o enfermedades pueden conducir a pérdidas económicas.

Esta investigación se realizó con el objeto de evaluar especies de leguminosas intercaladas en el cultivo de maíz, como abonos verdes a saber: frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.), incorporándolas en la fase de floración al suelo, procediendo después a la segunda siembra del cultivo de maíz, como una técnica que puede disminuir riesgos económicos. La investigación se evaluó el efecto de los abonos verdes sobre el rendimiento del maíz, el contenido nutricional del suelo, las poblaciones de malezas y la rentabilidad de esta práctica. Junto con el sistema tradicional de cultivo del agricultor, fueron 12 tratamientos con tres repeticiones, ubicados en bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas en la primera época del cultivo de maíz y de bloques al azar en la segunda época del mismo cultivo.

Los abonos verdes fueron intercalados entre los surcos de maíz con tres diferentes distanciamientos de siembra y al momento de la floración fueron incorporados al suelo, sembrando después el maíz.

De las tres especies de leguminosas asociadas e incorporadas con maíz, el frijol terciopelo con una distancia de siembra 0.30 x 0.90 m. y 0.50 x 0.90 m. reportó el mayor rendimiento, el mejor control de malezas, la mayor cantidad de nitrógeno y la mayor rentabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de importancia en Guatemala, ya que forma parte esencial de la alimentación. El maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar una buena cosecha y son preferibles los suelos con un alto contenido de materia orgánica (Parsons 1990).

La falta de prácticas de conservación de suelo y labores de control manual y mecánico que se hacen para el manejo de malezas, han promovido la erosión, contribuyendo a que los suelos se vayan tornando menos fértiles. Esto hace que la dependencia de los fertilizantes químicos se torne más fuerte, elevando los costos de producción. Ciertamente el fertilizante químico es un recurso muy valioso, razón por la cual se debe hacer un uso técnico y racional del mismo ya que por su alto precio, eleva grandemente los costos de producción (Giron 1980).

Uno de los puntos más polémicos y críticos en el desarrollo de la agricultura tropical es cómo diseñar técnicas apropiadas y sistemas de producción que se adapten a las condiciones socioeconómicas del pequeño agricultor (Altieri 1989). Actualmente los abonos verdes han sido poco estudiados, como lo es, la contribución al mejoramiento y sostenibilidad del sistema, principalmente en el manejo de malezas y en favorecer las condiciones físicas y químicas del suelo. El uso de leguminosas de cobertura es una alternativa viable para disminuir el empleo de herbicidas y las labores de control manual o mecánica que promueven la erosión del suelo durante la producción de cultivos anuales como maíz y sorgo, también ayudan a mantener una capa húmeda en el suelo, aumentan el contenido de materia orgánica, contribuyen con la fijación de nitrógeno y favorecen los programas de manejo adecuado de malezas (De la Cruz 1994).

El estudio se realizó en la aldea de Buenos Aires, Municipio de Santa Ana Huista, del departamento de Huehuetenango. Para el efecto se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas para la primera época del cultivo de maíz; y para la segunda época de cultivo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con un total de 12 tratamientos y 3 repeticiones.

Se evaluó el efecto de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.), asociado e incorporado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), donde se analizó el rendimiento de maíz en base a la productividad por unidad de área en los diferentes tratamientos. Se determinó el efecto de estas asociaciones de leguminosas sobre las poblaciones de malezas, evaluando los tratamientos que producen un mejor manejo en la reducción de poblaciones de malezas.

También se determinó el contenido nutricional del suelo, con dos muestreos para poder analizar cambios del estado nutricional del suelo y el análisis foliar de los abonos verdes, cuantificando la cantidad de nitrógeno total aportado en base a la biomasa incorporada al suelo. Por último, se analizó económicamente los diferentes tratamientos, a través de la rentabilidad

En la primera época del cultivo de maíz, la utilización de frijol terciopelo a una distancia de 0.30 m. x 0.90 m. y 0.50 m. x 0.90 m., en asocio con maíz sembrado a 0.50 m. x 0.90 m. se obtuvo el mejor rendimiento (2,068.39 kg/ha y 1,449.16 kg/ha), el mejor control de las malezas, los mayores beneficios netos (785.10 y 13.80 quetzales / hectárea) y costos variables (1,957.50 y 1,908.00 quetzales / hectárea)

En la segunda época del cultivo de maíz, el mejor rendimiento (3,787.31 kg/ha, 3,757.79 kg/ha, 3,736.55 kg/ha) se obtuvo con el monocultivo del maíz sin asocio de leguminosas y aplicación de fertilizante sintético. Le siguieron los tratamientos con frijol terciopelo a una distancia de 0.30 m. x 0.90 m. y 0.50 m. x 0.90 m. con rendimiento de 2,883.88 kg/ha y 2,548.17 kg/ha respectivamente, presentando el beneficio netos más altos 2,059.80 Q/ha y 1,626.60 Q/ha y costo variable de 1,764.00 Q/ha y 1,752.00 Q/ha, con la mejor rentabilidad 30% y 16%. Con la mayor cantidad de biomasa incorporada (32,636.59 kg/ha y 25,128.92 kg/ha) y la mayor cantidad de nitrógeno aportado (232.86 kg/ha y 179.29 kg/ha).

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En los últimos siete años¹, el precio y la cantidad de los fertilizantes que se utilizan en la región de estudio han aumentado, anteriormente utilizaban 113.12 kg/ha de urea (46% N) y 113.12 kg/ha de la fórmula 20-20-0, con los precios de Q1.28/kg para urea (46% N) y Q1.33/kg para la fórmula 20-20-0. Actualmente utilizan 230 kg/ha de urea (46% N) y 230 kg/ha de la fórmula 20-20-0, aumentando los precios en Q 2.21/kg y Q 2.32/kg respectivamente; es decir que aproximadamente utilizan 10.35 gramos por planta de urea (46% N) y 10.35 gramos por planta de la fórmula 20-20-0. El costo de estos fertilizantes y la mano de obra (aplicación) representa el 39% (Q1,148.00) de los costos variables por hectárea de maíz; y con la utilización de herbicidas representa un 49% de los costos variables.

El Banco Nacional de Desarrollo Agrícola hoy Banco de Desarrollo Rural -BANRURAL -, señala que en los costos de producción por hectárea de maíz en el departamento de Huehuetenango en el año 1981, se utilizaban 271.49 kg de fertilizantes, con un precio de Q 0.29/kg. En las recomendaciones técnicas del ICTA 1990, para la parte baja de Huehuetenango, la cual comprende la región en estudio, recomiendan que se aplique 192.31 kg/ha de 15-15-15, más 45.25 kg/ha de urea, al momento de la primera limpia; y después al momento del candealeo y junto con la segunda limpia aplicar 96.15 kg/ha de urea.

Según el ICTA Huehuetenango (1987) en esta región pueden llegarse a obtener rendimiento promedio del cultivar de maíz HB-83: 5,900 kg/ha. Actualmente,¹ se obtienen rendimientos en el sistema de monocultivo de maíz (aplicación de fertilizantes sintéticos): 3,393.67 kg/ha a 4,654.89 kg/ha. Como puede observarse la falta de prácticas de conservación del suelo, la continua quema de rastrojos y también las labores de control manual y mecánico que hacen para el manejo de malezas, ha venido promoviendo con el tiempo la erosión, contribuyendo a que los suelos se vayan tornando menos fértiles, provocando que se vaya dependiendo y utilizando más cantidades de estos insumos, que juntamente con la elevación de los costos hacen que el cultivo sea menos rentable, manteniéndose en ciertos límites de rendimiento. Uno de los principales problemas es que a través del tiempo no se ha dado un manejo adecuado al suelo, en cuanto a materia orgánica; así como el enriquecimiento de nutrientes al suelo (macronutrientes y micronutrientes) para tener buenas condiciones físicas y químicas; contribuyen también con el problema, el aumento de cantidades de fertilizantes y herbicidas químicos, con su elevado costo, afectando con esto económicamente al

¹ Información proporcionada por Osbaldo Rubein Lemus López, Promotor Agrícola de la aldea Buenos Aires, Santa Ana Huista, Huehuetenango.

agricultor. Por otro lado no se han investigado el uso de alternativas como los abonos verdes que pueden en un momento dado solucionar esta problemática.

Según Soto (1982), con la incorporación de la leguminosas frijol terciopelo *Stizolobium deeringianum* Bort (mucuna) se obtienen rendimientos de maíz: 2,220 kg/ha a 3,890 kg/ha. De la Cruz (1994), obtuvo en una investigación de leguminosas de cobertura, que para el segundo ciclo de cultivo de maíz el mayor rendimiento de maíz (3,641 kg/ha) se observó donde el maíz estuvo asociado a la *Mucuna sp* siendo un 27% superior al monocultivo del maíz con aplicación de fertilizante sintético; el uso de coberturas muertas (mulch) o vivas ofrece posibilidades de contribuir significativamente al mejoramiento y sostenibilidad del sistema y reducir el impacto negativo de las malezas al cultivo.

El uso de leguminosas de cobertura es una alternativa viable para disminuir el empleo de herbicidas, fertilizantes químicos, y las labores de control manual o mecánico que promueven la erosión del suelo durante la producción de cultivo anuales como maíz y sorgo. También ayudan a mantener una capa húmeda en el suelo, aumentan el contenido de materia orgánica, contribuyen con la fijación de nitrógeno y favorecen los programas de manejo adecuando de malezas por competencia directa o alelopatía (CIDICCO 1991).

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Productividad del suelo

El suelo es la base principal de la productividad agrícola. Al mismo tiempo es el componente más expuesto y más frágil. El suelo no es un substrato inerte, sino dinámico, vivo. Cualquier forma de cultivo lo afecta en su dinámica interna y productiva. Es decir, cuando hablamos de la conservación del suelo, nos referimos a su futura disponibilidad. Consecuentemente, nuestras prácticas de cultivo pueden aumentar o disminuir el suelo. Para conservar e incrementar las condiciones que permitan una alta y constante capacidad productiva de los suelos es necesario utilizar una serie de técnicas, entre las cuales señalamos: la rotación de cultivos, el cultivo mixto, los abonos verdes, la labranza mínima (2).

La productividad del suelo es la capacidad que éste tiene para producir cultivos. La producción agrícola depende de la disponibilidad de suelos capaces de desarrollar cultivos con buen rendimiento. Un adecuado indicador de la fertilidad del suelo es su capacidad para desarrollar un buen cultivo. Esta capacidad varía según las diferencias en la formación del suelo y por consiguiente, de su tipo. El suelo no es materia muerta, sino un cuerpo en constante transformación, física, química y biológica, especialmente desde la capa superficial hasta una profundidad de aproximadamente 25 centímetros. Estas transformaciones provocan cambios graduales y constantes en las propiedades del suelo, afectando sus principales constituyentes (materiales sólidos, agua y aire). La intensidad y naturaleza de tales cambios son influidas y frecuentemente dominadas por: condiciones climáticas como lluvia, viento y temperatura; prácticas agrícolas como aradura y fertilización. El efecto combinado de estos cambios resulta en transformaciones de los suelos, que pueden ser adecuadas o inadecuadas para la formación de raíces y, consecuentemente, para la producción de cultivos. De esta forma, las actividades más importantes para un crecimiento adecuado de la planta son:

- a. Desarrollo de la estructura del suelo, con proporción balanceada de materiales sólidos, agua y aire.
- b. Conservar la buena estructura del suelo.
- c. Suministrar nutrientes.
- d. Evitar cambios extremos del suelo agrícola

La falta o práctica inadecuada de una o más de estas actividades puede causar el empobrecimiento de los suelos, convirtiéndolos en terrenos inadecuados para la producción eficiente de los cultivos. Por ejemplo, las cantidades de nutrientes disponibles para la planta son de vital importancia en el desarrollo y producción

de la misma. La recomendación sobre estas cantidades pueden determinarse por medio del análisis del suelo y de los tejidos de la planta. Es muy importante también el reciclaje continuo de residuos vegetales y animales y la rotación de cultivos adecuada. La aplicación de abonos compensa las deficiencias de nutrientes en el suelo. La fertilidad del suelo es la cantidad de elementos nutritivos que tiene de reserva y que poco a poco va proporcionando a los diferentes cultivos. Un suelo fértil es aquel que contiene y suministra cantidades adecuadas de nutrientes, agua y aire a las raíces, permitiendo que el cultivo crezca y produzca bien. Un suelo fértil tiene una estructura y profundidad adecuada para proporcionar el ambiente más favorable para el desarrollo de las plantas. Un buen suelo mantiene sus condiciones de fertilidad favorables durante un período largo, a pesar de influencias climáticas y vegetación adversas. Al igual que las personas, las plantas necesitan distintos alimentos o nutrientes en cantidades adecuadas. Además, las plantas también necesitan luz, aire, agua, soporte para sostenerse y una temperatura adecuada. La planta necesita varios elementos nutritivos esenciales. Estos, no sólo dan una buena nutrición que asegura el buen desarrollo de la planta, sino también ayudan a que ésta se defienda de las plagas, enfermedades y situaciones del tiempo. Si nos damos cuenta, a excepción de la luz, el suelo da a las plantas todos los elementos que necesitan para su desarrollo. Por esta razón, primero es importante conservar el suelo y después abonarlo para que mantenga su fertilidad, pues ya dice un refrán: "El hombre depende del suelo, pero los suelos buenos dependen del cuidado y uso que les dé el hombre" (1).

3.1.2 Importancia de la materia orgánica

Muchos autores consideran que, en general el contenido de materia orgánica determina el poder nutritivo del suelo. La materia orgánica obra como un depósito o lugar de almacenamiento de los nutrientes que luego suministra en forma lenta y regular a las plantas en crecimiento. Un suelo pobre en materia orgánica puede producir normalmente durante algún tiempo, pero está sometido a perder su productividad en un plazo breve. La materia orgánica conserva y mejora asimismo la estructura y la capacidad de retención de agua del terreno (24).

Además es un hecho comprobado que los suelos que contienen altas cantidades de materia orgánica adsorben rápidamente grandes cantidades de agua. El contenido de materia orgánica tiene una gran influencia sobre la lixiviación. Se ha encontrado que las aplicaciones de materia orgánica aumenta la capacidad de retención de humedad de un suelo, siendo más eficiente por unidad de volumen que las arcillas. Además la materia orgánica tiene relación muy estrecha con el grado de agregación de un suelo. Otra acción muy importante de la materia orgánica se relaciona con el suministro de nitrógeno a las plantas, a través de la

actividad de los microorganismos (bacterias y actinomicetos, hongos y protozoos, principalmente) que descomponen los residuos orgánicos. La mayor proporción de nitrógeno en el suelo, se halla en forma orgánica y está asociada, como ya se explicó, con la materia orgánica. Su cantidad total varía con las características del suelo, con el tratamiento que haya recibido y con las cantidades de materia orgánica en forma de abonos, abonos verdes y residuos de vegetales que se le hayan incorporado. La forma más soluble de nitrógeno es la nítrica, la cual es a su vez, la más ampliamente utilizada por las plantas. De aquí la importancia de incorporar la materia orgánica al suelo en época en que las plantas de cultivo están iniciando su crecimiento vigoroso (12).

El amonio es un subproducto de la actividad de los microorganismos del suelo y la cantidad que se acumula al descomponerse la materia orgánica representan sólo una fracción de la cantidad total producida, pues los microorganismos consumen una parte apreciable. Cuando el material que se agrega al suelo es pobre en nitrógeno y rico en carbohidratos, los microorganismos usan el nitrógeno del suelo, especialmente si encuentran nitratos disponibles y hay una escasa producción de amonio. En esa forma puede ocurrir un empobrecimiento en nitrógeno que afecta las cosechas siguientes. De aquí la importancia de enterrar materiales ricos en ese elemento. Además de este efecto sobre el nitrógeno del suelo, los abonos verdes ejercen otro muy importante que consiste en la fijación en el suelo de algunas cantidades de nitrógeno, proveniente de la atmósfera. A pesar de que las cuatro quintas partes de la atmósfera están formadas de nitrógeno, los vegetales no pueden aprovechar este elemento sin antes fijarlo en el suelo y combinarlo con otros elementos. Este proceso se lleva a cabo a través de la acción de bacterias libres o asociadas con algunas plantas (especialmente las especies de leguminosas). Las bacterias simbióticas de las leguminosas, las cuales desempeñan tan importante papel, viven en las raíces, en forma de nódulos de diferentes tamaños. También debe tenerse en cuenta que el contenido de materia orgánica y nitrógeno de las plantas varía con la edad de las mismas y con su estado de crecimiento; en general se ha comprobado que en los primeros meses del período vegetativo existe el más alto porcentaje de nitrógeno en los tejidos de la leguminosa, en tanto que la mayor cantidad total se encuentra en el momento de la floración. Este es el momento más oportuno para enterrar los abonos verdes; las hojas y tallos tiernos, que constituyen la parte más fácilmente descomponible de los vegetales, son atacados inmediatamente por los microorganismos y se comienza a formar amonio y nitrato utilizables por las plantas. A parte de la misma calidad del material que se entierra hay condiciones de humedad, temperatura, aireación, textura del suelo, contenido de minerales etc. que influyen sobre la rapidez y grado de descomposición del abono verde. El material rico en nitrógeno se descompone con mayor facilidad que el pobre en ese elemento y rico en carbono; lo mismo ocurre con los vegetales de bajo contenido de fibra. Cuando la humedad del suelo es escasa retarda el proceso, en tanto que cuando es

excesiva da origen a putrefacciones. La elevación de la temperatura del suelo aumenta la velocidad del proceso, lo mismo que la aireación del terreno, ya que las bacterias nitrificantes no actúan sino en presencia de buenas cantidades de oxígeno. En forma similar actúa la fertilidad del suelo (24).

Los residuos vegetales con una relación C:N de 20:1 o menores tienen nitrógeno suficiente para suministrarle a los organismos pudridores y a las plantas. Residuos con relación C:N de 20:1 a 30:1 suministran nitrógeno suficiente para la descomposición, pero no lo suficiente para ser utilizado por las plantas. Residuos con relaciones C:N mayores de 30:1 se descomponen lentamente porque carecen de nitrógeno suficiente para ser utilizados por los microorganismos para su reproducción, originando el uso del nitrógeno ya en el suelo. Si las condiciones ambientales son favorables, la velocidad de descomposición de los residuos es máxima durante las dos primeras semanas, después de incorporado al suelo (10).

La importancia de la materia orgánica se explica por la influencia que esta tiene sobre muchas de las características del suelo. Entre las propiedades físicas y químicas del suelo, la materia orgánica influye sobre: - la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, favoreciéndola a través de los procesos de Mineralización, - la regulación del pH a través del aumento de su capacidad tampón, - la producción de sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo, - la participación en procesos pedogenéticos, debido a sus propiedades de peptización, coagulación, formación de quelatos y otros, - el color, cambiándolo a colores pardo oscuros o negruzcos, importantes en la conducción y conservación del calor del suelo, - la formación de agregados, favoreciendo la estructura, - la capacidad de retención de agua, aumentándola, - la capacidad de intercambio catiónico, aumentando considerablemente la fertilidad del suelo, - el intercambio de aniones, especialmente fosfatos, sulfatos y nitratos. La materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se presentan en el suelo. El edafón consiste en los organismos vivientes del suelo o sea su flora y su fauna. El horizonte A de suelos cultivados, el edafón constituye entre 10 y 15% de la materia orgánica. El humus está compuesto por los restos postmortales vegetales y animales que se encuentran en el suelo y que están sometidos constantemente a procesos de descomposición, transformación y resíntesis. De esta manera se diferencian los conceptos de materia orgánica y humus. El concepto de humus se define como la totalidad de los restos postmortales presentes en el suelo, mientras de Kubiena, MacLaren y Peterson citados por el mismo Fasbender, como aquellos componentes difícilmente mineralizables que se acumulan en el suelo. La composición química de la materia orgánica es muy compleja, variando desde el material fresco que tienen los componentes encontrados en los organismos vivos, hasta los productos originados del desdoblamiento de éstos. Las sustancias a partir de las cuales se originan pueden clasificarse en tres grupos:

- a. Los polisacáridos, representados por la celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas,
- b. La lignina, que aparece en los tejidos leñosos de las plantas y que es bastante resistente a la descomposición por agentes químicos y microbianos,
- c. Las proteínas, que son la fuente de nitrógeno para los cultivos después de haber sido convertidas en nitratos por las bacterias específicas (21).

La materia orgánica sirve para muchos fines en el suelo, algunos de estos son: - La materia orgánica gruesa en la superficie reduce el impacto de la gota de lluvia que cae y permite que el agua serena se filtre con suavidad en el suelo. Por tanto, reduce el escurrimiento superficial y la erosión; como resultado, hay más agua disponible para el desarrollo de las plantas. Las raíces de las plantas necesitan suministro constante de oxígeno de la atmósfera y que expulse bióxido de carbono. Las raíces vivas se pudren y proporcionan canales descendentes a través de los cuales crecen nuevas raíces más abundantes de la planta. Los mismos canales de las raíces son eficaces para transmitir el agua hacia abajo; una parte se almacena y más tarde será empleada por las plantas. La materia orgánica al descomponerse produce ácidos orgánicos y bióxido de carbono que ayuda a disolver minerales como el potasio; de esta manera, las plantas en desarrollo pueden obtenerlos más fácilmente. El humus proporciona un almacén para los cationes, potasio, calcio y magnesio, intercambiables y disponibles. También impide la lixiviación de los fertilizantes amoniacales, porque el humus retiene el amonio en forma intercambiable y obtenible. La materia orgánica sirve como una fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo. Todos los organismos heterotróficos, por ejemplo: los organismos que fijan el nitrógeno, requieren materia orgánica que se descomponga con mucha facilidad y de la cual puedan obtener el carbono. Sin carbono, la fijación del nitrógeno por los *Azotobacter* y *Clostridium* sería imposible. La materia orgánica reciente proporciona alimento para seres como lombrices, hormigas y roedores. Los cuales perforan el suelo y construyen canales extensos los cuales no solo sirven para aflojarlo sino también para mejorar su desague y aireación. Las lombrices solo pueden vivir en suelos que estén bien provistos de materia orgánica. La materia orgánica gruesa, despreciable sobre la superficie de los suelos reduce las pérdidas de suelo por la erosión del viento. La materia orgánica fresca tiene una función especial, porque facilita la obtención de fósforo del suelo en los suelos ácidos. Al descomponerse, la materia libera citratos, oxalatos, tartratos y lactatos que se combinan con el hierro y el aluminio con más rapidez que el fósforo. El resultado es la formación de un número menor de fosfatos insolubles de hierro y aluminio y la disponibilidad de más fósforo para el desarrollo de las plantas. Los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición, ayudan a reducir la alcalinidad de los suelo (25).

3.1.3 Abonos verdes

Uno de los aspectos principales en la agricultura ecológica es la cobertura del suelo. Suelo desnudo sin vegetación, calcinado por el sol y expuesto al impacto de las gotas de lluvia, infaliblemente sufre mayor desgaste que un suelo cubierto. Su decadencia física lleva a la disminución de su productividad, y a un retorno menor del dinero empleado en los insumos. Por tanto, contribuye a un aumento de los costos de producción. Aparte del suelo se necesita nitrógeno en el suelo. Sin él no habrá vida en la tierra, y como existe gran cantidad de nitrógeno en el aire, la fijación simbiótica por las leguminosas ha ganado importancia, reemplazando la fertilización. A corto plazo, la diferencia no está en la cantidad de masa verde, ni en el volumen de nitrógeno fijado, sino en las excreciones radiculares benéficas al maíz. Eso significa que el mejor uso de abonos verdes debe ser hecho por plantas compañeras. Bien escogido, un abono verde aumenta el efecto de otros abonos, contribuye al vigor del cultivo, disminuye la susceptibilidad a plagas y enfermedades. El abastecimiento de nitrógeno por la fijación radicular es importante. Los abonos verdes contribuyen con nitrógeno y cantidad de masa verde, en el suelo. Pueden ser igualmente usadas para el combate de plantas invasoras, para el control de nemátodos, para la liberación de nutrientes así como un subsolador vegetal. Como abono verde no es preciso utilizar necesariamente una leguminosa, puede ser utilizada cualquier planta con buena producción de masa verde: maíz solo: 2100 kg/ha, maíz y cajanus: 3000 kg/ha, maíz y mucuna: 4500 kg/ha, maíz y canavalia: 5800 kg/ha. Características que debe reunir un abono verde: rapidez en la cobertura del suelo y fijar nitrógeno, que se aproveche como alimento humano o como semilla, germinar rápida y fácilmente, sin escarificación, debe producir semilla, y cosecharse fácilmente, debe ser de bajo porte y fácil de enterrar, las necesidades de fertilizantes deben ser mínimas, el uso en épocas secas, debe estar exento de plagas y enfermedades, costo mínimo en dinero y trabajo rápida descomposición de la materia orgánica, producir un gran volumen de masa verde, tener capacidad de competir con las malezas, efectos benéficos adicionales: proporciona cobertura al suelo, evitan el impacto directo de la lluvia, su degradación y consecuente erosión, aumentan la infiltración del agua de lluvia y reducen el escurrimiento superficial, incorporan y acumulan materia orgánica al suelo y mejoran las propiedades físicas con su sistema radicular, otorgan sombreado al suelo, bajan la temperatura y aumentan la humedad del suelo, realizan fijación simbiótica de nitrógeno del aire, reciclan nutrientes de capas profundas, y reducen su pérdida, aumentan la actividad biológica, mejoran las propiedades químicas y reducen la utilización de fertilizantes, regenerando la fertilidad del suelo, controlan malezas por sombreado, sirven de hospedero a insectos y reducen plagas (2).

Al incorporar el abono verde al suelo, éste se descompone rápidamente, aporta nutrientes y energía a los microorganismos del suelo y suelta nutrientes para el crecimiento de las plantas. También se puede dejar el abono sobre la superficie del suelo para protegerlo de la erosión, para alimentar a las lombrices y a la vida del suelo, y para soltar los nutrientes poco a poco. La práctica de sembrar plantas para abonar y dar vida al suelo se conoce desde tiempos antiguos, por lo menos desde hace tres mil años. Las leguminosas pueden agregar al suelo unas 30 toneladas (aprox. 26 qq por cuerda de 25 vr. x 25 vr.) de materia orgánica por hectárea. Debido a que la materia orgánica es escasa y se está usando constantemente, ésta es una consideración que debe tomarse en cuenta. Las leguminosas agregan al suelo cientos de libras de nitrógeno por ha o por cuerda. Las leguminosas requieren poco trabajo para sembrarlas e incorporarlas comparado con la construcción y mantenimiento de una abonera. En algunos casos, las leguminosas cubren el suelo tan bien, que ya no es necesario el desyerbe, reduciendo así la mano de obra. Las leguminosas se siembran para aprovechar la disponibilidad del agua de lluvia. Las leguminosas pueden ser una fuente de alimento, tanto para el consumo humano como animal. Los abonos verdes se pueden sembrar como cultivo principal, cultivo de rotación o intercalado con el cultivo principal. Cuando se siembra solo, crece sin competencia, pero se pierde el uso del terreno durante el tiempo de crecimiento del abono verde. Cuando se intercala el abono, por ejemplo: el terciopelo con el maíz, es probable que se baje el rendimiento del maíz en el primer año, pero se recuperará más en el segundo año. Los efectos de la competencia dependen de la edad que tenga el cultivo principal en el momento de la siembra del abono verde. Por lo general, si el abono verde rastreado se siembra de 4 a 5 semanas después del cultivo principal, la competencia es mínima. En cuanto a la fertilización depende del suelo, pero por lo general, un abono verde leguminoso se beneficia de la fertilización con fósforo (30 kg/ha ó 3 lb. por cuerda de 25 x 25) y sulfato. Es importante que haya cobre y molibdeno suficiente en el suelo, porque éstos son los elementos que hacen marchar la fijación de nitrógeno. Los abonos verdes pueden eliminar la aplicación de nitrógeno. Las leguminosas crecen mejor cuando están presentes las bacterias capaces de fijar nitrógeno (*Rhizobium spp*). La presencia de éstas se puede confirmar viendo los nódulos que presentan un color rojizo o rosado por dentro. Un abono verde logra su máximo contenido de nutrientes (especialmente de nitrógeno) y alcanza su máximo crecimiento, cuando está en la floración. El abono verde se incorpora cerca de la superficie del suelo para que se descomponga más rápido. El mejor abono verde más apropiado puede ser una mezcla de especies, dependiendo de las necesidades del suelo, sistema de cultivo que se utilice, necesidades de la familia y de los animales (1).

3.1.4 El nitrógeno y su fijación

El problema del nitrógeno es crucial para toda la vida terrestre, una vez que toda proteína es formada a base de nitrógeno, ya se trate de microorganismos, plantas y animales. El nitrógeno proviene sólo del aire. El aire tiene 70% de nitrógeno, correspondiente a cerca de 6,400 kg. de elemento sobre cada hectárea, que las plantas leguminosas pueden utilizar, trabajando en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Como el nitrógeno es el nutriente vegetal que más falta en el mundo y su producción sintética todavía no pasa del 8% de la necesidad mundial, son interesantes todas las posibilidades de fijación por otros medios. Pequeñas partículas entran por el contacto directo del aire con la arcilla y otros son fijados por procesos fotoquímicos. Partes mayores pueden ser aumentadas por las lluvias tropicales, acompañadas de descargas eléctricas, calculándose que en caso favorable pueden completar hasta 70 kg/ha. de nitrógeno por año. Luego, parte de este nitrógeno se pierde para el aire en forma de amonio y otra parte es lixiviada para el subsuelo después de su nitrificación. Parte de este nitrógeno entra a través de la fijación por bacterias y hongos simbióticos, que viven en la raíz o en la hojas. Las leguminosas, tienen una simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, tanto en las raíces como en las hojas. La relación microorganismos-plantas depende de las condiciones de la planta. Si ésta estuviera bien nutrida, creciendo sana y fuerte, los microorganismos se benefician y la defienden. Si la planta estuviera mal nutrida, luchando por su sobrevivencia, los microorganismos patógenos pueden llegar hasta la raíz y atacarla. Cuanto mejor nutrida esté la planta más intensa es la microvida de la zona de su raíz y más protegida estará la planta contra pestes. Raíces de leguminosas atraen mas bacterias. Las plantas tropicales nodulan tan bien como las de suelos templados, si las condiciones fueran favorables. Fijan entre 60 y 200 kg/ha de nitrógeno. Para que ocurra una nodulación efectiva, se necesitan tres condiciones: que la planta esté dispuesta a aceptar simbiosis, que la planta sea fisiológicamente apta para recibir simbiosis, que las condiciones del suelo sean favorables: con una microflora que estimule la nodulación; con los nutrientes y micronutrientes necesarios, especialmente calcio. La simbiosis es una asociación entre planta y microbio (2).

3.1.5 Investigaciones con abonos verdes y malezas

Desde hace muchos años se conoce el potencial de las plantas leguminosas como coberturas vivas para mantener o mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos y protegerlos de la erosión. Estas especies pueden contribuir en el manejo de malezas por competencia directa o alelopatía, y disminuye en consecuencia, el uso de herbicidas y fertilizantes químicos. El uso de leguminosas de cobertura es una alternativa viable para disminuir el empleo de herbicidas y las labores de control manual o mecánico que

promueven la erosión del suelo durante la producción de cultivos anuales como maíz y sorgo. También ayudan a mantener una capa húmeda en el suelo, aumentan el contenido de materia orgánica, contribuyen con la fijación de nitrógeno y favorecen los programas de manejo adecuado de malezas (5).

En el manejo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo de maíz y el periodo de barbecho con leguminosas de cobertura, se estudio la capacidad de adaptación, desarrollo y comportamiento de trece leguminosas de cobertura asociadas al cultivo de maíz y durante el periodo de barbecho bajo las condiciones del trópico seco o en la Región Pacífica de Costa Rica. Se estudió el efecto de las leguminosas sobre la dinámica poblacional de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y sobre el rendimiento de maíz. Durante el primer ciclo únicamente *Dolichos lablab*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna sp.* presentaron un buen desarrollo y reducción de la caminadora. En el segundo ciclo de cultivo *D. lablab* y *C. ensiformis* presentaron un crecimiento pobre y su porcentaje de cobertura fue bajo. Durante el último ciclo de cultivo, *Mucuna sp.* y *P. phaseoloides* alcanzaron el mayor porcentaje de cobertura. Sin embargo, solamente *Mucuna sp.* fue la que mostró la mayor adaptación, porcentaje de cobertura del suelo durante el ciclo de cultivo, la mayor persistencia en el periodo de barbecho, la mayor supresión de caminadora (con una densidad de 3.5 plantas/m², mientras que el testigo absoluto presentó 102 plantas/m²) y el mayor rendimiento de maíz (20).

En el efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), se realizaron dos experimentos para determinar el período crítico de competencia entre el cultivo de maíz y la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en Santa Cruz, Guanacaste, entre diciembre, 1991 y junio a septiembre, 1992. Se estableció el período crítico de competencia de los 20 a los 45 días y desde la siembra hasta los 60 días después, en el primer y segundo experimento, respectivamente. En el primer experimento se observó una población promedio de caminadora de 66 plantas/m² en la parcela testigo y de 74 plantas/m² en el segundo. La libre competencia de la caminadora durante todo el ciclo, redujo el rendimiento del maíz un 46% en el primer experimento y un 54% en el segundo (19).

Se evaluaron tres manejos de malezas en frijol para determinar sus efectos sobre las plagas, enemigos naturales, rendimiento y rentabilidad. El estudio se condujo durante el ciclo del frijol de postrera de 1990. Los métodos fueron: Control manual con azadón (CMA), control en banda con herbicida (CBH) y control total con herbicida (CTH). El CMA tuvo el mayor número de malezas pero la diversidad de malezas fue significativamente menor comparada al CBH y el CTH debido probablemente a la dominancia de *Commelina*

diffusa Burman sobre las otras malezas. Las poblaciones de *Bemisia tabaci* Genn., *Empoasca kraemeri* Ross y Moore y *Diabrotica spp.* fueron similares en los tres manejos de maleza. La diversidad de insectos y la cantidad de enemigos naturales fue significativamente mayor en el CMA. Los manejos de malezas no afectaron el porcentaje de granos dañados por *Apion godmani* Wagner, pero el porcentaje de plantas de frijol infectadas con virus fue significativamente menor ($P \leq 0.05$) en el CMA. El rendimiento del frijol y la rentabilidad fueron superiores en el CMA (18).

Competencia nutricional de *Arachis pintoi* Pinto como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye *Bactris gasipaes* H.G.K. *Arachis pintoi* Pinto, es una leguminosa usada como cobertura viva en pequeñas pruebas semicomerciales durante el establecimiento de cultivos perennes, sin embargo no se encontró información técnica básica sobre las características de esta práctica. El propósito de la investigación fue identificar las causas de un fuerte amarillamiento encontrado en las palmas de pejibaye cultivado para palmito en asociación con *A. pintoi* como cobertura viva. Se planteó la hipótesis de que la causa de la clorosis en el cultivo se debía a una posible competencia de la cobertura por nutrientes, ya que en los sitios donde no existía dicha cobertura las plantas de pejibaye presentaban una coloración normal. Se probaron 10 tratamientos en un diseño experimental completamente al azar con 4 repeticiones. Se usaron don fuentes de N, una de P, la fórmula 10-30-10 eliminación manual de la cobertura alrededor del tallo de la palma (rodaja) con y sin fertilizantes; testigos con cobertura solo y testigo sin cobertura. Las plantas que recibieron tratamientos a base de nitrógeno, con o sin rodaja, mostraron una rápida recuperación en su coloración y crecimiento similar a aquellas donde no se tenía cobertura (9).

3.1.6 Prácticas campesinas de abonos verdes

El campesino normalmente no cuenta con suficiente superficie o capacidad de trabajo para instalar cultivos de abono verde donde se le ocurra. Le interesa aumentar la productividad de los cultivos actuales a costo y esfuerzo bajo. Se recomienda en estos casos, sembrar leguminosas como la canavalia (*Canavalia ensiformis*), el nescafé (*Mucuna pruriens*) u otro frijol apto para estos fines, junto con el cultivo mayor. Habrá que cuidar en estos casos que los dos cultivos no entren en competencia por el agua y los nutrientes. Esto puede prevenirse sembrando el abono verde más tarde que el cultivo principal; o simplemente podando a las plantas de abono verde cuando ellas crezcan demasiado altas. En muchos casos ya estas prácticas han llevado a aumentos inmediatos y significativos en el cultivo de maíz. Para la combinación de los abonos verdes con otros cultivos, sin embargo, se necesita bastante experiencia en cuanto a la dinámica de crecimiento de las plantas y de su control. Una de las mayores ventajas de esos cultivos simultáneos de los

abonos verdes es, que después de la cosecha del cultivo principal, aquellos siguen creciendo, aprovechándose de los últimos restos de humedad del suelo en época seca. A veces esta producción permite cubrir el suelo completamente, no solo durante la época seca, sino también en la siguiente temporada. Con la hojarasca del abono verde puede producirse un "mulch". También puede ser incorporada en las labranzas mínimas. En este último caso el abastecimiento de nutrientes es normalmente mayor a lo que puede obtenerse con la aplicación de fertilizantes químicos. En terrenos muy degradados, y bajos de fertilidad, algunos campesinos prefieren abonar a sus leguminosas de abono verde en vez de aplicar el abono químico al cultivo mismo. Sin embargo, después de una o dos temporadas de producción de grandes cantidades de materia orgánica, ya no es necesaria la introducción externa de abonos (2).

3.1.7 El impacto de la tecnología apropiada

El abastecimiento de materia orgánica para el mejoramiento de suelo constituye una de las grandes limitantes para el campesinado. La técnica del compost, si bien valiosa en huertos y para productores comerciales, es para los productores de grano básico prohibitiva por su demanda de mano de obra y de materia prima. El estiércol animal es factible de obtener, siempre y cuando los animales permanezcan en corrales y esto no es lo corriente. Aunque así fuera, la gran mayoría de los campesinos poseen solamente una pequeña cantidad de animales, cuyo abono les posibilita fertilizar solo una pequeña parte de sus tierras. Otras fuentes de abono, de origen natural, tales como la gallinaza o basura urbana son escasos y los costos de transporte prohibitivos. La producción de abono verde en su forma convencional requiere el uso de tierras que los campesinos más pobres necesitan para el cultivo inmediato de subsistencia. Con la finalidad de producir mayores cantidades de materia orgánica de forma accesible y económica, en el año 1983 se comenzó en Yucatán a experimentar con cultivos para abono verde que pudieran crecer sin ocasionar gastos extras, no usando aquellas tierras que pudieran tener un importante valor económico y que además, requirieran un laboreo adicional mínimo. Tales sistemas podrían incluir su cultivo durante la estación seca, o bien intercalarlos con el cultivo tradicional de maíz. Después de dos años de experimentación en Yucatán, estas tecnologías se llevaron a Honduras, en donde fueron replicadas por campesinos dentro de diferentes programas de Vecinos Mundiales. Ahí la viabilidad del cultivo intercalado con abono verde quedó comprobada. Desde el año 1987 la producción de abonos verdes fue adoptándose por miles de familias campesinas en Honduras, en Yucatán y en varios países más. Con el cultivo intercalado de unas pocas especies (*Canavalia ensiformis* y *Stizolobium spp*) se ha logrado introducir cultivos permanentes, donde antes solo se practicaba la roza, tumba y quema. En otros casos, la productividad agrícola ha podido multiplicarse enormemente. Las opciones en el manejo del cultivo intercalado con abono verdes son las

siguientes: lograr que no creciera por encima del maíz, sofocándolo; incorporar su uso sin causar un importante aumento en el laboreo; utilizarla en el control de las malas hierbas y reducir así las exigencias de trabajo. Los abonos verdes crecen favorablemente en los suelos más pobres y magros de la zona, e inclusive ante condiciones de sequía que impiden el crecimiento del maíz. Produce unas 35 toneladas/ha. (y a veces más) de materia verde, evita el crecimiento de las malas hierbas y reduce el requerimiento de laboreo en un 75%. Se eliminó el uso de herbicidas. Las especies mencionadas pueden fijar hasta 150 kg nitrógeno/ha y fue innecesario aplicar fósforo o potasio adicional al nuevo volumen de materia orgánica. Lo que es más, alrededor de 90 de los 150 agricultores que han participado en el programa de Cantarranas, en por lo menos 2 años, han cosechado por encima de los 2,550 kg/ha de maíz, a pesar de las severas sequías registradas en 2 de los 3 años. En algunos casos se han alcanzado cosechas de mas de 4.000 kg/ha (2).

El objetivo principal de los abonos verdes es aumentar los rendimientos de los cultivos que le siguen mediante la adición de materia orgánica al suelo. Si se usan leguminosas como abono verde, también se le añade nitrógeno al suelo. El nitrógeno de una leguminosa que se entierra es el que ha tomado la planta tanto del suelo como del aire. La cantidad derivada de cada una de esas fuentes varía según la leguminosa que se cultive y según la fertilidad del suelo. En general, se piensa que alrededor de las 2/3 partes del nitrógeno presente en la leguminosa fue tomado del aire y el tercio restante del suelo. Se han efectuado numerosos experimentos para determinar el efecto de los abonos verdes sobre el rendimiento del cultivo que le sigue. Los resultados muestran que casi siempre que se entierran las leguminosas para abono verde, los rendimientos aumentan considerablemente. Sin embargo, los resultados son menos consistentes cuando se usan plantas no leguminosas. Como regla general, las no leguminosas contienen menos nitrógeno que las leguminosas, sobre todo en periodos más avanzados de crecimiento. Los beneficios derivados de un abono verde no se tienen todos el primer año. Los resultados varían, pero en la mayoría de los casos el efecto del abono verde en los rendimientos de los cultivos que le siguen se nota durante periodos de 2 a 4 años. Los estudios muestran que los mejores resultados pueden obtenerse cuando el abono verde se entierra de 2 a 3 semanas o más, antes de sembrar el cultivo regular. Los abonos verdes solos no son suficientes para mantener la fertilidad del suelo y la producción de cosechas a niveles elevados. Más bien deben ser considerados solo como una de las diversas prácticas que pueden ser usadas para mantener el suelo en condición productiva (8).

3.1.8 Características generales del frijol terciopelo

A. Nombre científico: *Mucuna pruriens* L o *Stylobium deeringianum* Bort.

B. Hábitos de crecimiento: Trepadora (trepa hasta donde termina su apoyo). Ciclo de vida hasta 12 meses, muere después de producirse la semilla.

C. Resistencia a sequías: Mediana, prefiere las lluvias bien distribuidas.

D. Capacidad para competir con malezas: Alta.

E. Valor como forraje: Las vacas, cabras, cerdos y conejos se lo comen bien.

F. Consumo humano: Como frijoles fritos, grano cocido, molido y mezclado con masa para hacer tortillas, y el grano tostado y molido como café.

G. Comentarios y experiencias: Controla bien las malezas, facilita el chapeo, mejora la fertilidad del suelo, y ayuda a la retención del agua. Compite fuertemente con las malezas, eliminando aún las más fuertes. También compite con los cultivos intercalados por el agua, los nutrientes y el sol. La mucuna es originaria de los países del este de Asia (China, Malasia y Filipinas). Es recomendable para climas cálidos desde húmedos hasta secos. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 2,000 metros de altura. A veces sufre daño por las babosas y por los zomposos en clima cálido. Crece bien y forma nódulos de cuatro centímetros de diámetro en suelos arenosos o infértiles. No crece bien donde el pH es menor de 4.5 ni en suelos inundados. En clima templado crece 3 ó 4 meses en época seca. Se siembra una semilla cada 50 centímetros entre planta y planta y a un metro entre surcos. Dependiendo de las lluvias y el clima, el frijol terciopelo se puede sembrar en asociación o en rotación con la milpa. Se recomienda abonar la milpa para evitar deficiencia de nitrógeno cuando está candeando. Si se incorpora el frijol terciopelo, el próximo cultivo de maíz puede rendir hasta el doble. Si se deja en la superficie como cobertura con labranza mínima, la cosecha aumenta sólo en un 35 por ciento el primer año, pero quedan nutrientes en el suelo para los cultivos siguientes. Si madurar, mucha semilla cae y resiembra el terreno para el siguiente año. Produce de 6 a 7 libras de materia orgánica por metro cuadrado. La calidad de una libra de esta materia es igual a la de una libra de estiércol de vaca, o a media libra de gallinaza. En Honduras, un terreno con frijol de abono (terciopelo) se alquila al doble del costo de un terreno sin este frijol. El uso del frijol de abono es una tecnología generada y difundida por agricultores, sin promoción oficial. En pendientes muy fuertes (60-70%) el frijol abono puede provocar erosión porque no hay suficientes raíces profundas que ayuden a la estabilidad del suelo, y el follaje pesa mucho. De esta forma, se puede provocar un derrumbe en el terreno. La vida de la semilla es corta. En el cuadro 1 se puede apreciar la calidad nutricional del frijol terciopelo (1).

Cuadro 1. ALIMENTO DEL FRIJOL TERCIOPELO (tallos y hojas)Nombre científico: *Mucuna pruriens* L o *Stizolobium deeringianum* Bort.

Tipo de Alimento: Forraje

	No.		x	
	Analítico	Max.		Min.
Análisis proximal				
Materia seca %	1	—	—	92.5
Extracto libre de N %	1	—	—	37.0
Extracto etéreo %	1	—	—	5.3
Fibra cruda %	1	—	—	17.1
Nitrógeno %	1	—	—	4.42
Proteína %	1	—	—	27.6
(N x 6.25)				
Cenizas %	1	—	—	5.5
Calorías %	1	—	—	243
Minerales				
Calcio Mg/100 g	1	—	—	759
Fósforo Mg/100 g	1	—	—	289
Hierro Mg/100 g	1	—	—	14.8
Humedad en base fresca %	1	—	—	17.2

FUENTE: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3.1.9 Características generales del frijol arroz**A. Nombre científico:** *Phaseolus calcaratus* L.**B. Hábitos de crecimiento:** Trepadora (trepa hasta donde termina su apoyo).**C. Resistencia a sequías:** Mediana, prefiere las lluvias bien distribuidas.**D. Capacidad para competir con malezas:** Alta.**E. Valor como forraje:** Las vacas, cabras, cerdos y conejos se lo comen bien.**F. Consumo humano:** Como frijoles fritos, grano cocido.

G. Comentarios y experiencias: Controla bien las malezas, facilita el chapeo, mejora la fertilidad del suelo, y ayuda a la retención del agua. Compite fuertemente con las malezas, eliminando aún las mas fuertes. Es un frijol nativo del sur-oriente de Asia y del oriente de la India, normalmente se cultiva en otras regiones tropicales. Se siembra por su semilla comestible en las partes bajas de la costa sur de Guatemala, especialmente en Retalhuleu, Quetzaltenango, Salamá y posiblemente otros lugares. Es una planta herbácea

anual o perenne, estipulas de 1 a 1.5 cms. de largo, hojas trifoliadas, foliolos oblongos de 5 cms. de largo, 5 a 6 mm. De ancho con 8 a 12 semillas cilíndricas, 6 mm de largo de color café rojizo. En el cuadro 2 se puede apreciar la calidad nutricional del frijol.

Cuadro 2. ALIMENTO DEL FRIJOL ARROZ (tallos y hojas)

Nombre científico: *Phaseolus calcaratus*

Tipo de Alimento: Forraje

Aquí aparecen como referencia los resultados del frijol caupi o costeño (*Vigna unguiculata* o *V. sinensis*)

	No.			
	Análítico	Max.	Min.	x
Análisis proximal				
Materia seca %	1	—	—	92.
Extracto libre de N %	1	—	—	37.6
Extracto etéreo %	1	—	—	11.0
Fibra cruda %	1	—	—	16.6
Nitrógeno %	1	—	—	2.66
Proteína %	1	—	—	16.6
(N x 6.25)				
Cenizas %	1	—	—	10.2
Calorías %	1	—	—	266
Minerales				
Calcio Mg/100 g	1	—	—	2946
Fósforo Mg/100 g	1	—	—	198
Hierro Mg/100 g	1	—	—	18.2
Humedad en base fresca %	1	—	—	83.7

FUENTE: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3.1.10 Características generales del chipilín

A. Nombre científico: *Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.

B. Hábito de crecimiento: Crece erecto, con tallos fibrosos (leñosos).

C. Resistencia a sequías: Mediana.

D. Capacidad para competir con las malezas: Buena, rápidamente alcanza alturas de dos metros, dando mucha sombra.

E. Valor como forraje: No se lo recomienda, puede ser toxico.

F. Consumo humano: Se conoce bien en Guatemala, cocido en los tamalitos o en las sopas.

G. Comentarios y experiencias: Crece mejor en suelos ácidos con buen drenaje y crece bien en suelos bastante pobres. En el cuadro 3 se puede apreciar la calidad nutricional del chipilín (1).

Cuadro 3. ALIMENTO DEL CHIPILIN (hojas)

Nombre científico: *Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.

Tipo de Alimento: Consumo humano

Análisis proximal

Valor energético (cal)	56
Humedad (%)	81.6
Proteína (gm)	7.0
Grasa (gm)	0.8
Hidratos de carbono totales (gm)	9.1
Fibra(gm)	2.0
Ceniza (gm)	1.5
Ca (mg)	287
P (mg)	72
Fe (mg)	4.7
Vitamina A. Actividad (mcg)	3,065
Tiamina (mg)	0.33
Riboflavina (mg)	0.49
Niacina (mg)	2.0
Ácido Ascórbico (mg)	100
Porción no comestible (%)	54 - tallos

FUENTE: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3.1.11 Plagas y controles

A. Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), coleoptera, scarabacidae. El daño que causa es que ataca la raíz de la planta provocando un desarrollo débil con tendencia al acame (16).

a. Control: Botánico, formula de anona; macerar 1 lb. de semilla de anona, mezclarlas en 1 lts. de alcohol de 10-90% dejar la mezcla en maceración o reposo por un periodo de 15 a 30 días y después colar y

colocar este extracto en 4-8 gls de agua para su aplicación al pie de la planta. Biológico: *Spicaria* sp. Control cultural: buena preparación del suelo, tratamiento de la semilla (16).

B. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), lepidoptera, noctuidae. Las mayores poblaciones se presentan en la postera (2da. cosecha), el daño ocurre cuando las larvas atacan las hojas del ápice de la planta, trayendo como consecuencia el debilitamiento de la misma o en el peor de los casos, causándole la muerte (16).

a. Control: uniformidad de la fecha de siembra, densidad de siembra adecuada, control de malezas hospederas, monitoreo, trampas amarillas, cultivos trampas, uso de lámparas en agua, estado fenológico del cultivo, determinar umbrales económicos, rotación de cultivos con leguminosas. Control Biológico: Tijereta (*Dorus taeneatus*); virus de la poliedrosis nuclear, bacillus thuringiensis (BT). Control Botánico: Insecticida a base de NIM (*Azadirachta indica*) dirigido al cogollo (16).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación Geográfica

La aldea de Buenos Aires se encuentra a una latitud N de 15°42'09.4", y una longitud de W de 91°49'20". Cuenta con una altura de 872 metros sobre el nivel del mar. Y el terreno donde se realizó la investigación se encuentra a una latitud N de 15°42'22.1", y una longitud W de 91°50'26.4". Cuenta con una altura de 854 metros sobre el nivel del mar (11).

Pertenece al municipio de Santa Ana Huista, del departamento de Huehuetenango. La aldea dista de la ciudad capital 356 km., de la cabecera departamental 94 km y de la cabecera municipal 5 km. Y el terreno donde se realizó la investigación dista de la aldea 3 km (45 minutos a pie).

Tiene como colindancias al sur la aldea de Lop del municipio de Santa Ana Huista, al norte la aldea de Buxup del municipio de Jacaltenango, al oeste la aldea Cuatro Caminos del municipio de Santa Ana Huista y al este la aldea de Buxup del municipio de Jacaltenango (11).

3.2.2 Clima

La temperatura media es de 27 °C. Con una precipitación promedio anual es de 1,150 mm. de junio a octubre. El área se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Seco Subtropical Calido {bs-S(c)} (6).

3.2.3 Suelo

Estos suelos de ésta comunidad pertenecen a la clase agrológica III, serie de suelos Nentón, los cuales se caracterizan por profundos, bien drenados y desarrollados sobre caliza, poseen una textura arcillosa, estructura granular fina, con un pH neutro y una profundidad de 30 cm. Las arcillas son de

color café oscuras y rojizas duras cuando están secas. Las elevaciones varían de aproximadamente 750 a 1,400 metros sobre el nivel del mar (22).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar el efecto del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.), como abonos verdes, en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

4.2 Específicos

- 4.2.1 Determinar el efecto del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) en el control de malezas.
- 4.2.2 Determinar el efecto del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) sobre el contenido nutricional del suelo.
- 4.2.3 Establecer la rentabilidad de los tratamientos evaluados.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos uno de los abonos verdes asociados al maíz e incorporados incrementan los rendimientos del cultivo de maíz.
- 5.2 Al menos un tratamiento de abono verde disminuirá la población de malezas en el cultivo del maíz.
- 5.3 Al menos un tratamiento de lo abono verde incorporado al suelo incrementará el contenido nutricional del mismo.
- 5.4 Al menos uno de los tratamientos a evaluar producirá mayor rentabilidad en el cultivo del maíz.

6. METODOLOGÍA

6.1 Descripción de los materiales experimentales

6.1.1 Maíz (*Zea mays* L.)

El material que se utilizó fue el híbrido de maíz HB-83M, debido a que los agricultores lo cultivan en la comunidad, el cual tiene una altura de planta de 2 20 metros, lo que unido a su desarrollo radicular, lo hace resistir vientos fuertes. El grano es de color blanco, semidentado, las mazorcas son cilíndricas. Se puede doblar a los 90 días y cosechar a los 120. Tiene un rendimiento comercial de 4,524.89 kg/ha (13).

6.1.2 Frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.)

El frijol terciopelo, es una especie trepadora introducida, con una mediana resistencia a las sequías, controla bien las malezas, facilita el chapeo, mejora la fertilidad del suelo, y ayuda a la retención del agua. Tiene alto valor como forraje y las semillas son utilizadas como consumo humano. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 2,000 metros de altura. Forma nódulos de cuatro centímetros de diámetro en suelos arenosos o infértiles. Si se incorpora el frijol terciopelo, el próximo cultivo de maíz puede rendir hasta el doble. Produce de 6 a 7 libras de materia orgánica por metro cuadrado. La calidad de una libra de esta materia es igual a la de una libra de estiércol de vaca, o a media libra de gallinaza (1).

6.1.3 Frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*)

El frijol arroz, es una especie trepadora introducida, con una resistencia mediana a las sequías, controla bien las malezas, facilita el chapeo, mejora la fertilidad del suelo, y ayuda a la retención del agua. Compite fuertemente con las malezas, eliminando aún las mas fuertes. La semilla es utilizada para consumo humano.

6.1.4 Chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.)

El chipilín nativo de Guatemala, es resistente a sequías, tiene una buena capacidad para competir con las malezas, alcanza alturas de dos metros, dando mucha sombra. No se recomienda como forraje. Las hojas son utilizadas para consumo humano. Crece bien en suelos bastante pobres (1).

6.2 Primera época del cultivo de maíz

La primera época del cultivo de maíz, se desarrolló del mes de mayo al mes de agosto.

6.2.1 Factores a evaluar

Los factores que se evaluaron se resumen en el cuadro 4.

Cuadro 4: Factores y niveles que se evaluaron en la primera época de cultivo de maíz.

FACTOR	NIVELES		
	1	2	3
ABONOS VERDES (A)	Frijol Terciopelo	Frijol Arroz	Chipilin
DISTANCIAS DE SIEMBRA DE ABONOS VERDES EN METROS (B)	0.50 x 0.30	0.30 x 0.90	0.50 x 0.90

6.2.2 Diseño experimental para la primera época de siembra de maíz

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas, tomándose como **parcelas grandes**: las distintas especies de leguminosas (frijol terciopelo, frijol arroz, chipilín) y las **parcelas chicas**: los diferentes distanciamientos de siembra de los abonos verdes (0.50 m x 0.30 m. ; 0.30 m x 0.90 m. ; 0.50 m x 0.90 m.), el distanciamiento de 0.50 m. x 0.30 m. corresponde a distanciamiento entre surcos de abono verde que no llevan maíz intercalado, por que los que llevan surco de maíz intercalado estan a 0.60 m. Lo que corresponde a: 9 tratamientos y 3 repeticiones, 27 unidades experimentales, y se colocaron perpendicularmente a la pendiente del terreno. La distribución de los tratamientos se hizo al azar. El híbrido

de maíz HB-83M se sembró en todos los tratamientos con un distanciamiento de 0.90 m. entre surco y 0.50 m. entre postura (Figura 1 y 2).

Cuadro 5. Densidades de siembra del maíz y de las especies de leguminosas

CULTIVOS Y ABONOS VERDES	DISTANCIA DE SIEMBRA METROS	DENSIDAD PLANTAS/HECTAREA
Maíz	0.50 x 0.90	44,444
Frijol Terciopelo (hilera doble)	0.50 x 0.30	133,333
Frijol Terciopelo (hilera simple)	0.30 x 0.90	74,074
Frijol Terciopelo (hilera simple)	0.50 x 0.90	44,444
Frijol Arroz (hilera doble)	0.50 x 0.30	133,333
Frijol Arroz (hilera simple)	0.30 x 0.90	74,074
Frijol Arroz	0.50 x 0.90	44,444
Chipilín (hilera doble)	0.50 x 0.30	133,333
Chipilín (hilera simple)	0.30 x 0.90	74,074
Chipilín	0.50 x 0.90	44,444

6.2.3 Descripción de los tratamientos a evaluar

En el cuadro 6 se resumen los tratamientos utilizados. En las figuras 1, 3, 4 y 5 se muestra la distribución de los tratamientos en el campo.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos para la primera época de cultivo de maíz

TRATAMIENTOS	ABONO VERDE	DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA DE LOS ABONOS VERDES	DESCRIPCIÓN
T1	Frijol terciopelo	0.50 x 0.30 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol terciopelo según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T2	Frijol terciopelo	0.30 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol terciopelo según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T3	Frijol terciopelo	0.50 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol terciopelo según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T5	Frijol arroz	0.50 x 0.30 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol arroz según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T6	Frijol arroz	0.30 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol arroz según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T7	Frijol arroz	0.50 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del frijol arroz según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T9	Chipilín	0.50 x 0.30 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del chipilín según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T10	Chipilín	0.30 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del chipilín según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.
T11	Chipilín	0.50 x 0.90 m.	El cultivo de maíz, con la intercalación del chipilín según su distanciamiento de siembra, con una sola limpia manual y sin utilización de fertilizantes químicos.

6.2.4 Descripción de la unidad experimental

Las dimensiones de la unidad experimental son: de 6 metros de largo por 3.6 metros de ancho, con área de 21.6 metros cuadrados. Las parcelas netas quedaran de 5 metros de largo por 1.8 metros de ancho, con un área de 9 metros cuadrados. El número de unidades experimentales fue de 36 (Figuras 2, 3,4 y 5).

Se dejó un distanciamiento entre bloques y parcelas grandes de 0.5 metros .

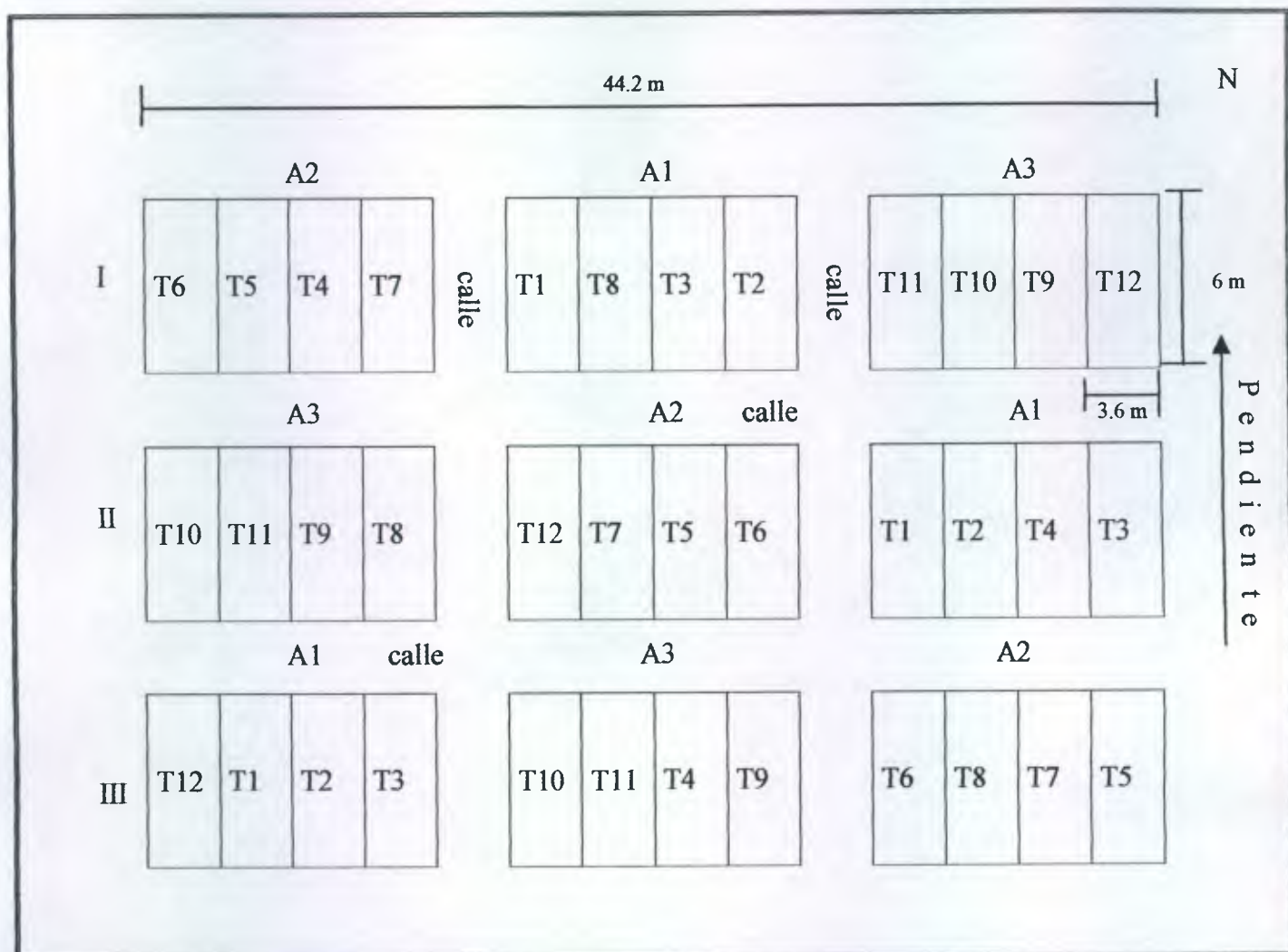


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo

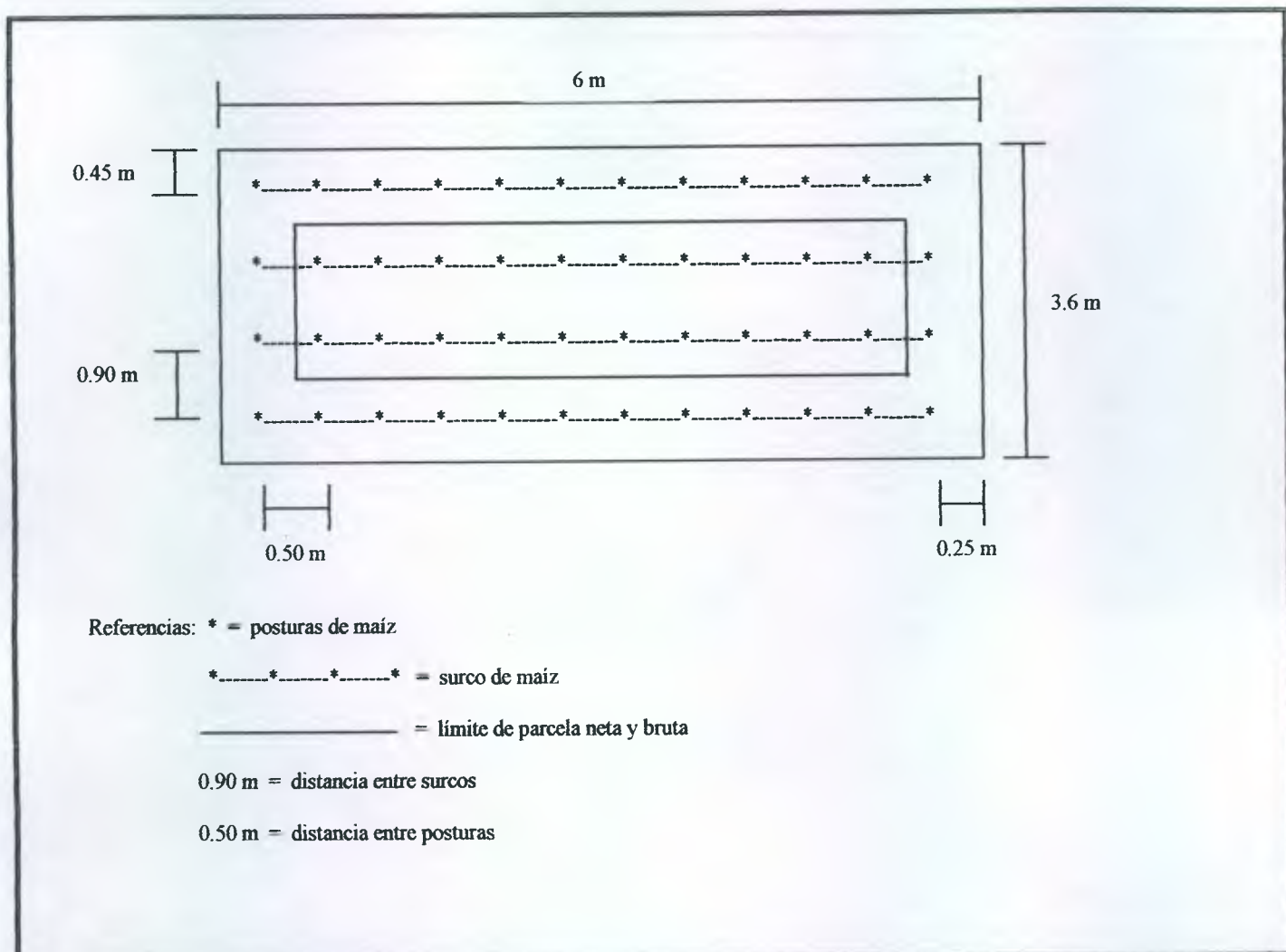


Figura 2. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.

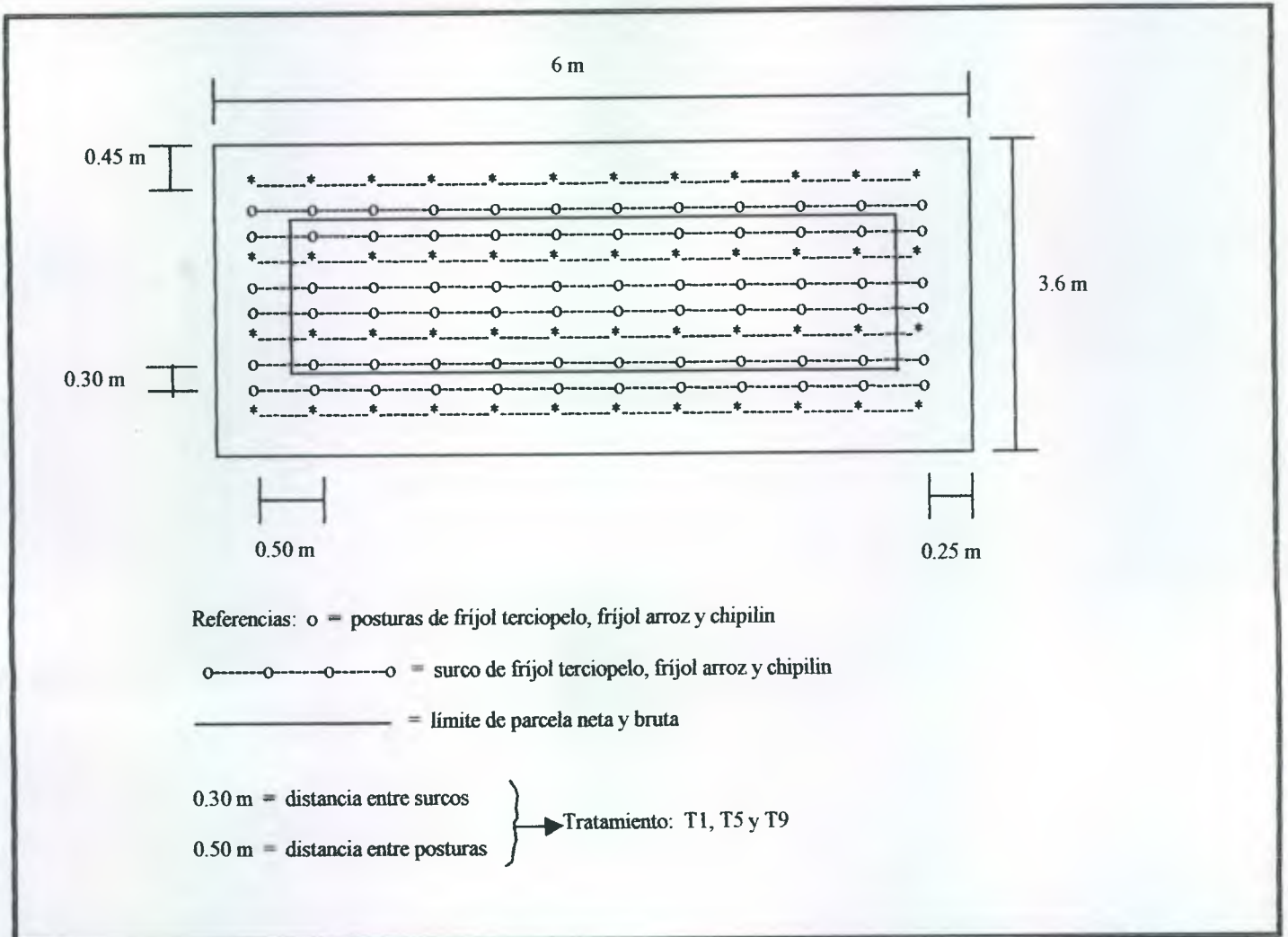


Figura 3. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.

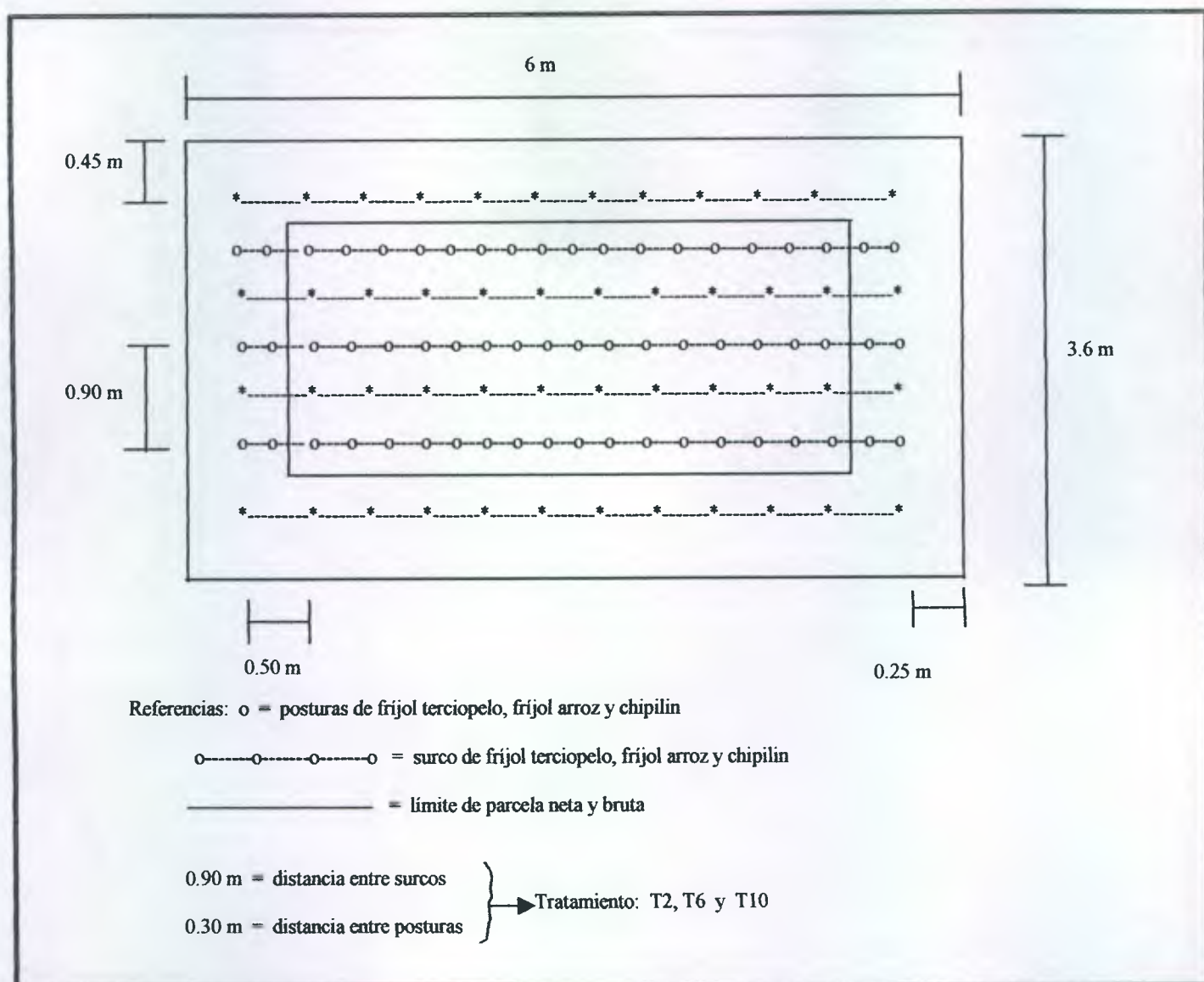


Figura 4. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.

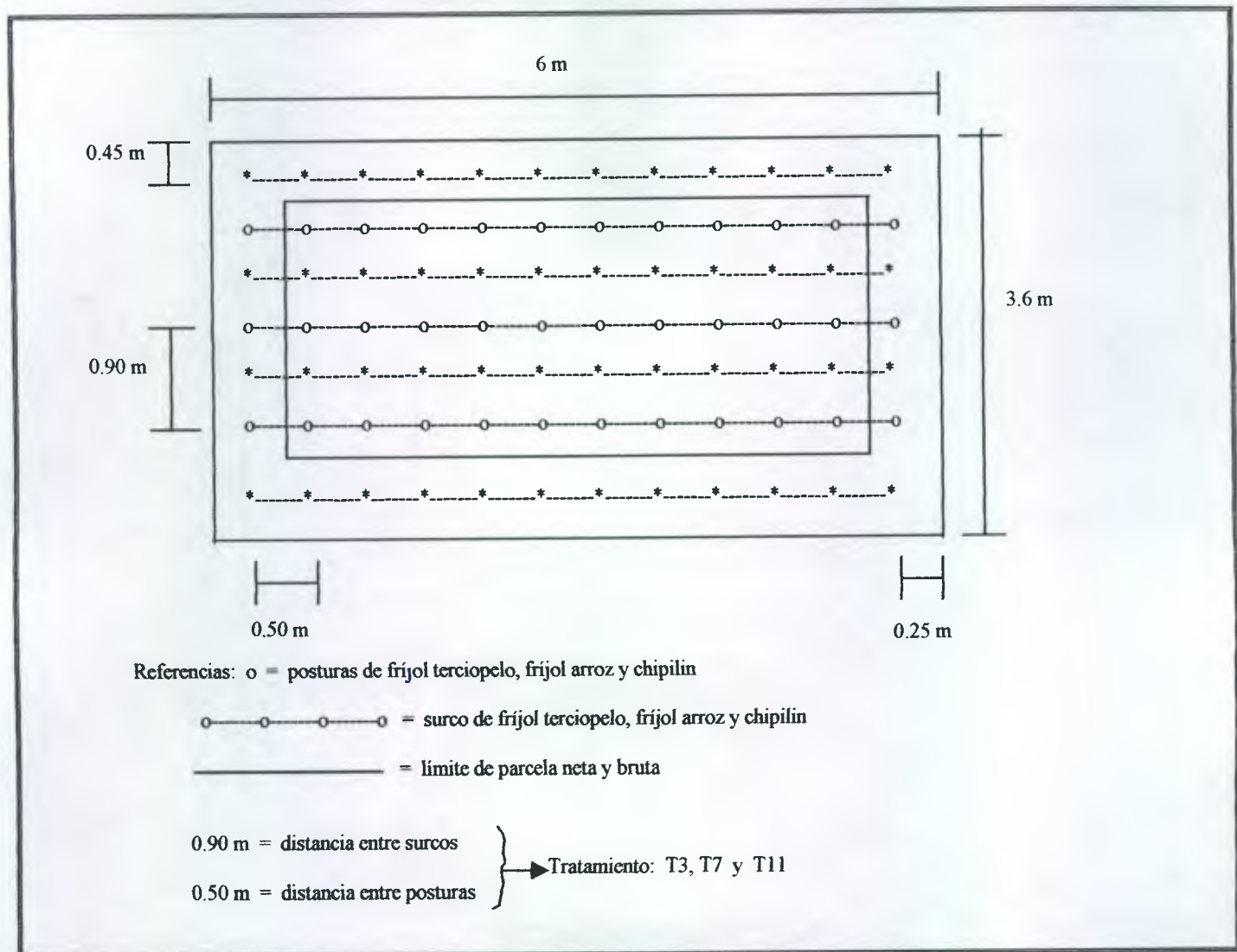


Figura 5. Croquis de la parcela bruta y la parcela neta.

6.2.5 Manejo del experimento

6.2.5.1 Preparación del Terreno

En esta actividad se levanto y agrupo a los lados del terreno todos los restos de cosechas anteriores. El trazo de las parcelas se realizó tomando en cuenta la orientación de la pendiente.

6.2.5.2 Siembra

La siembra de maíz, frijol arroz y el chipilín se realizó en forma simultánea en los diferentes tratamientos, con los distanciamientos que se mencionaron anteriormente en la cuarta semana del mes de mayo. El frijol terciopelo se sembró en la tercera semana del mes de junio después de la siembra de maíz.

Cuadro 7. Cantidad de semilla, distancia de siembra y forma de siembra de las leguminosas utilizadas y evaluadas en los tratamientos.

LEGUMINOSA	CANTIDAD DE SEMILLA (kg/ha)	FORMA DE SIEMBRA
FRIJOL TERCIPELO	171.4	0.30 m. por surco y 2 semillas cada 0.50 m.
	64	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.30 m.
	38	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.50 m.
FRIJOL ARROZ	9.4	0.30 m. por surco y 2 semillas cada 50 cm.
	3.5	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.30 m.
	2.10	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.50 m.
CHIPILIN	9.1	0.30 m. por surco y 2 semillas cada 50 cm.
	3.35	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.30 m.
	2.01	0.90 m. por surco y 2 semillas cada 0.50 m.

6.2.5.3 Muestreo de suelo

Se realizó el primer muestreo en la cuarta semana del mes de mayo (antes de la siembra de la primer época de cultivo), tomándose 30 submuestras a una profundidad de 30 cm. en forma aleatoria, en el área total del experimento, tomándose una muestra de cada tratamiento y de cada uno de las repeticiones, las cuales se mezclaron para obtener una muestra compuesta. Cada muestra (aproximadamente de 2 a 1 kilogramo de suelo) correctamente identificado se llevó al laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para los análisis físicos y químicos.

6.2.5.4 Muestreo de planta

Se realizó un muestreo de las leguminosas (frijol terciopelo, frijol arroz, chipilín), antes de la incorporación, en la cuarta semana del mes de agosto. La parte de la planta que se muestreó fueron las hojas y tallos, se tomaron de 20 a 30 submuestras de cada leguminosa para formar la muestra compuesta; las muestras se secaron al aire por lo menos un día antes de ser enviadas al laboratorio de suelos de la FAUSAC para el análisis químico, el tipo de análisis que se utilizó fue el método Semimicro-Kejdlhal (también el colorimétrico, KCl).

6.2.5.5 Fertilización

Se fertilizó únicamente el tratamiento del testigo del agricultor (T4, T8 y T12), aplicando a los 15 días después de la siembra 15.27 gramos por postura de la fórmula 20-20-0, y a los 45 días después 11.07 gramos por postura de urea (46% N).

6.2.5.6 Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente en los meses de junio y julio en la primera época del cultivo del cultivo de maíz. Una limpia para los tratamientos: T1, T2, T3, T5, T6, T7, T9, T10 y T11, a los 15 días después de la siembra. Y dos limpias para los tratamientos del testigo del agricultor: T4, T8 y T12.

6.2.5.7 Selección de datos de las diferentes poblaciones de malezas

Se contó el número de las diferentes especies de malezas (a los 98 días después de la siembra del cultivo del maíz), se pesaron y también se realizaron lecturas periódicas para la cobertura de las distintas poblaciones de malezas, en el área neta de cada tratamiento: T1, T2, T3, T5, T6, T7, T9, T10 y T11.

6.2.5.8 Cosecha para la primera época del cultivo de maíz

La cosecha se realizó en forma manual, en cada una de las unidades experimentales, simultáneamente, tomando en cuenta el peso del grano de maíz (kg/ha) al 14% de humedad, de cada parcela neta.

6.2.6 Variable respuesta para la primera época del cultivo de maíz

6.2.6.1 Rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) expresado en kilogramos por hectárea.

6.2.6.2 Valor de importancia de las especies de malezas en los tratamientos: T1, T2, T3, T5, T6, T7, T9, T10 y T11, expresado en porcentaje.

6.2.6.3 Valores de los diferentes nutrimentos del suelo y de las especies de leguminosas (frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín).

6.2.6.4 Valores de rentabilidad para cada uno de los tratamientos, expresado en porcentaje.

6.3 Segunda época del cultivo

La segunda época del cultivo de maíz se llevó a cabo del mes de septiembre al mes de diciembre.

6.3.1 Descripción de los tratamientos a evaluar

En el cuadro 8 se resumen los tratamientos utilizados. En la figura 1 se muestra la distribución de los tratamientos en el campo.

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos para la segunda época del cultivo de maíz

Código	Descripción Abono Verde / Distanciamiento
T1	Incorporación de Frijol terciopelo con el distanciamiento de 0.50 x 0.30 m.
T2	Incorporación de Frijol terciopelo con el distanciamiento de 0.30 x 0.90 m.
T3	Incorporación de Frijol terciopelo con el distanciamiento de 0.50 x 0.90 m.
T4	Testigo del agricultor sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos.
T5	Incorporación de Frijol arroz con el distanciamiento de 0.50 x 0.30 m.
T6	Incorporación de Frijol terciopelo con el distanciamiento de 0.30 x 0.90 m.
T7	Incorporación de Frijol terciopelo con el distanciamiento de 0.50 x 0.90 m.
T8	Testigo del agricultor sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos.
T9	Incorporación de Chipilín con el distanciamiento de 0.50 x 0.30 m.
T10	Incorporación de Chipilín con el distanciamiento de 0.30 x 0.90 m.
T11	Incorporación de Chipilín con el distanciamiento de 0.50 x 0.90 m.
T12	Testigo del agricultor sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos.

6.3.2 Diseño experimental para la segunda época del cultivo de maíz

Para el estudio se utilizó un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones, incluyendo el testigo, se colocaron perpendicularmente a la pendiente del terreno. Incorporando al suelo los abonos verdes: frijol terciopelo, frijol arroz, chipilín) y el testigo. La distribución de los tratamientos se hizo al azar en cada bloque. El híbrido de maíz HB-83M se sembró: 0.90 m. entre surco de maíz y 0.50 m. entre postura (Figuras 3, 4 y 5).

6.3.3 Descripción de la unidad experimental

Las dimensiones de la unidad experimental son: de 6 metros de largo por 3.6 metros de ancho, con área de 21.6 metros cuadrados. Las parcelas netas quedaran de 5 metros de largo por 1.8 metros de ancho, con un área de 9 metros cuadrados. El número de unidades experimentales fue de 36. (Figura 2).

Se dejó un distanciamiento entre bloques y parcelas grandes de 0.5 metros.

6.3.4 Manejo del experimento

6.3.4.1 Preparación del Terreno: Corte, Peso e Incorporación de las leguminosas

El corte, peso (toneladas / hectárea) e incorporación para el frijol terciopelo se llevó a cabo a los 72 días, la del frijol arroz y chipilín se hizo a los 98 días después de la siembra. Realizándose el corte, peso e incorporación de las leguminosas, simultáneamente para cada uno de los 9 tratamientos (las parcelas ya estaban trazadas anteriormente en la primera época del cultivo de maíz).

6.3.4.2 Siembra

Se realizó la siembra de maíz en la segunda semana del mes de septiembre, después de la incorporación de los abonos verdes, la cual se realizó en la cuarta semana del mes agosto, con un distanciamiento de 0.50 metros entre postura y 0.90 metros entre surco; y en el testigo no se incorporó ninguna de las leguminosa.

6.3.4.3 Muestreo de suelo

Se realizó el segundo muestreo en la primera semana del mes de diciembre, tomándose una muestra de cada tratamiento y de cada uno de las repeticiones, las cuales se mezclaron para obtener una muestra compuesta. Cada muestra (aproximadamente de 2 a 1 kilogramo de suelo) correctamente identificado se llevó al laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para los análisis físicos y químicos. En total se realizaron 16 muestreos (13 análisis de suelo y 3 de las leguminosas).

6.3.4.4 Fertilización

Se fertilizo únicamente el tratamiento del testigo del agricultor (T4, T8 y T12), aplicando a los 15 días después de la siembra 15.27 gramos por postura de la formula 20-20-0, y a los 45 días después 11.07 gramos por postura de urea (46% N).

6.3.4.5 Control de malezas

Se efectuó dos limpiezas manualmente en el mes de octubre, la primera a los 15 días y la segunda a los 45 días después de la siembra , para todos lo tratamientos.

6.3.4.6 Cosecha para la segunda época del cultivo de maíz

La cosecha se realizó en forma manual, en cada una de las unidades experimentales, simultáneamente, tomando en cuenta el peso del grano de maíz (kg/ha) al 14% de humedad, de cada parcela neta.

6.3.5 Variable respuesta para la segunda época del cultivo de maíz

6.3.5.1 Rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) expresado en kilogramos por hectárea.

6.3.5.2 Valores de los diferentes nutrimentos del suelo

6.3.5.3 Valores de rentabilidad para cada uno de los tratamientos, expresado en porcentaje.

6.4 Análisis del experimento

6.4.1 Primera época de cultivo

Se trabajó el rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) al 14% de humedad, efectuado el análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento como un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas, con 9 tratamientos y 3 repeticiones, eliminando los testigos.

La información obtenida se analizó mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + (\alpha\delta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Rendimiento en la ijk -ésima unidad experimental

μ = Valor de la media general de rendimiento

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

α_j = Efecto del j -ésimo especie de abono de verde (parcela grande)

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la parcela grande (error a)

δ_k = Efecto de la k -ésimo distanciamiento de siembra (parcela pequeña)

$(\alpha\delta)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el j -ésimo especie de abono verde y la k -ésimo distanciamiento de siembra.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a parcela pequeña (error b)

Se realizó la prueba de medias de Tukey al 1% de significancia, a los tratamientos con diferencias significativas.

6.4.2 Valor de importancia en la primera época del cultivo de maíz

Para la primer época de cultivo se analizaron las especies de malezas que más predominaron en los 9 tratamientos donde se intercalaron los abonos verdes [(frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*), chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.)], en base a los valores de importancia, se analizan los datos (número de individuos o plantas por especie de malezas, coberturas, etc) de la parcela neta. El Valor de Importancia (V.I.), es la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y

cobertura por cada especie, y que se le considera como un excelente indicador de las especies más significativas en un área dada.

Se trabajo en base a los siguientes datos:

A. Especies de malezas: para la identificación de las malezas se recurrió a la flora de Guatemala y a la consulta de botánicos del herbario de la FAUSAC.

B. Densidad: número de individuos (N) en un área determinada (A)

$$\{ D = N/A \}$$

C. Cobertura: es el área (A_i) de terreno en porcentaje, ocupada por la proyección perpendicular de las partes áreas de los individuos de la especie considerada en relación con el área de la unidad muestral (A)

$$\{ C = (A_i/A) \times 100 \}$$

D. Frecuencia: la frecuencia (F) de una especie, es la probabilidad de encontrar dicha especie en una unidad muestral particular. Se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en que el atributo aparece (m_i) en relación con el número total de unidades muestrales (M).

$$\{ F = (m_i/M) \times 100 \}$$

Se muestreo cada tratamiento (lo que es el área neta) con sus repeticiones.

Para el calculo de los valores de importancia se siguió el siguiente proceso estadístico:

$$D_{real} = \frac{\text{densidad 1} + \text{densidad 2} + \dots + \text{densidad n}}{\text{No. de unidades muestrales}}$$

$$C_{real} = \frac{(\text{cobertura 1\%} + \text{cobertura 2\%} + \dots + \text{Cobertura n\%})}{\text{No. de unidades muestrales}}$$

$$F_{real} = \frac{\text{No. de unidades muestrales en que estuvo presente cada especie}}{\text{No. de unidades muestrales totales}} \times 100$$

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Para obtener los valores relativo de **D**, **C**, **F**, se calcula de la siguiente forma:

$$D_{relativa} = \frac{D_{real}}{\sum D_{reales}} \times 100$$

$$C_{relativa} = \frac{C_{real}}{\sum C_{reales}} \times 100$$

$$F_{relativa} = \frac{F_{real}}{\sum F_{reales}} \times 100$$

Al final tenemos que el valor de importancia (VI) está dado por:

$$VI = D_{relativa} + C_{relativa} + F_{relativa}$$

6.4.3 Segunda época de cultivo

Se trabajó el rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) al 14% de humedad, efectuando el análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento con un diseño de bloques completamente al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones, incluyendo el testigo.

La información obtenida se analizó mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij...ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i...ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j...ésimo bloque

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental de la ij...ésima unidad experimental

Se realizó la prueba de medias de Tukey al 1% de significancia, a los tratamientos con diferencias significativas.

6.4.4 Análisis económico para la primera y segunda época del cultivo de maíz

El análisis económico se efectuó de la siguiente manera:

A. Análisis de rentabilidad para cada tratamiento, de la siguiente manera:

a. Se determinaron los costos totales (costos fijos y costos variables) de producción para una hectárea de terreno cultivada con maíz (*Zea mays* L.) para cada uno de los nueve tratamientos donde se utilizaron abonos verdes: frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*), chipilín (*Crotolaria longirostrata* Hook & Arn.).

b. Se estableció el costo de producción para una hectárea de terreno cultivada con maíz (*Zea mays* L.) utilizando fertilizantes (el tratamiento del testigo del agricultor).

c. Se determinaron los ingresos brutos de los tratamientos, determinando el rendimiento en kilogramos / hectárea de maíz, multiplicándolo después por el precio de cada kilogramo de maíz..

d. Se calculó el ingreso neto de los tratamientos, restando al ingreso bruto el costo total de producción.

- e. La rentabilidad de los tratamientos se determinó de la siguiente manera:

$$R = (IN / CT) \times 100$$

En donde:

R = Rentabilidad.

IN = Ingreso Neto.

CT = Costo Total.

6.4.5 Valores de los diferentes nutrimentos del suelo en la primera y segunda época del cultivo de maíz

Se realizó un análisis comparativo con la ayuda de cuadros y de gráficas que se construyeron con base a los diferentes resultados de nutrientes, encontrados en los muestreos de suelo y en los distintos abonos verdes, obteniéndose estos resultados en el laboratorio de suelos de la FAUSAC. Por ejemplo, se trabajó con la disponibilidad de nutrientes con los resultados de la relación C:N del material vegetal [(frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*), chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.)], así como también el nitrógeno aportado en la incorporación de biomasa de estas leguminosas al suelo en el cultivo de maíz.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ

7.1.1 Primera época del cultivo

Según el análisis de varianza para los rendimientos de maíz con la intercalación de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) y chipilín (*Crotolaria longirostrata* Hook & Arn.), existen diferencias altamente significativas en los tratamientos (Cuadro 9). Por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tratamientos (Tukey).

Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza del rendimiento en la primera época de maíz en kg/ha por tratamiento

Fuente de Variación	Fc	Ft(1%)	C.V.	Comparador de Tukey (1%) de tratamientos dentro de una misma parcela grande	Comparador de Tukey (1%) de tratamientos entre parcelas grandes diferentes
A	111.2	18.0**	5.78%	208.32	196.33
B	64.6	6.93**	4.05%		
AB	39.7	5.41**			

En el cuadro 10 se observa el rendimiento en cada tratamiento. Se encontraron diferencias altamente significativas en los rendimientos de maíz kg/ha de una misma parcela grande (frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín): El mejor abono verde fue frijol terciopelo (1,643.88 kg/ha rendimiento promedio de maíz), seguido de frijol arroz (1,236.41 kg/ha rendimiento promedio de maíz), esto se debe a que el desarrollo del frijol terciopelo fue mejor, conservando la humedad del suelo, amortiguando los cambios de temperatura, fijando nitrógeno, controlando las poblaciones de malezas y protegiéndolo del impacto del agua. Y por último el chipilín (1,129.75 kg/ha rendimiento promedio de maíz), el bajo rendimiento del maíz se debió al poco desarrollo del chipilín.

Los tratamientos con el distanciamiento 0.50 m x 0.30 m. provocó una competencia directa de las leguminosas por agua, radiación solar y nutrientes, como se observa en el cuadro 9, presentan una reducción en rendimiento de maíz.

En la figura 6 se compara el rendimiento obtenido en cada uno de los tratamientos. En ella se puede observar la diferencia que existe entre el rendimiento de maíz obtenido en los tratamientos donde se intercaló frijol terciopelo fue mayor, los tratamientos donde se intercaló frijol arroz presenta rendimientos intermedios y con la intercalación de chipilín el rendimiento fue menor.

Los tratamientos donde se intercaló frijol terciopelo con 0.30 m. x 0.90 m., 0.50 m. x 0.90 m. y 0.50 m. x 0.30 m., tuvieron mejores rendimientos que los tratamientos donde se intercaló frijol arroz y chipilín. Y los tratamientos donde se intercaló frijol arroz los rendimientos de maíz fueron mejores que los tratamientos donde se intercaló con chipilín. Los tratamientos: frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín que corresponde a cada parcela grande con el distanciamiento de siembra de 0.30 m. x 0.90 m., presentan los mayores rendimientos de maíz.

Los tratamientos que presentan las incorporaciones de frijol terciopelo con diferentes distanciamientos de siembra y/o diferentes densidades, muestra que el tratamiento T2 con un distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m. interacción significativa con 2,068.39 kg/ha fue el mejor en todos los tratamientos evaluados, y los menores tratamientos son T3 (distanciamiento de siembra 0.50 x 0.90 m.) y T1 (distanciamiento de siembra 0.50 x 0.30 m.) con 1,449.16 kg/ha y 1414.08 kg/ha respectivamente.

En los tratamientos que presentan las incorporaciones de frijol arroz con diferentes distanciamientos de siembra y/o diferentes densidades, muestra que los mejores rendimientos de maíz son los tratamientos con el distanciamiento de siembra 0.30 m. x 0.90 m. y 0.50 m. x 0.90 m. con 1,271.84 kg/ha y 1,263.90 kg/ha respectivamente. El menor rendimiento de maíz es el tratamiento con el distanciamiento de siembra 0.50 m. x 0.30 m. con 1,173.50 kg/ha.

Los tratamientos que presentan las incorporaciones de chipilín con diferentes distanciamientos de siembra y/o diferentes densidades, muestra que los mejores rendimientos de maíz son los tratamientos con el distanciamiento de siembra 0.30 m. x 0.90 m. y 0.50 m. x 0.90 m. con 1,158.61 kg/ha y 1151.63 kg/ha respectivamente. El menor rendimiento de maíz es el tratamiento con el distanciamiento de siembra 0.50 m. x 0.30 m. con 1,079.02 kg/ha.

Cuadro 10. Resumen de la prueba de Tukey del rendimiento promedio de maíz en la primera época en kg/ha por tratamiento

Tratamientos		Medias del Rendimiento de maíz kg/ha	Grupo Tukey (0.01)
T2	Intercalación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	2,068.39	a
T3	Intercalación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	1,449.16	b
T1	Intercalación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	1,414.08	b
T6	Intercalación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	1,271.84	c
T7	Intercalación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	1,263.90	c
T5	Intercalación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	1,173.50	d
T10	Intercalación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	1,158.61	d
T11	Intercalación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	1,151.63	d
T9	Intercalación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	1,079.02	e

Es evidente que la siembra intercalada de leguminosa reduce el rendimiento de maíz. Según Baier (1994), reporta que cuando se intercala el frijol terciopelo con el maíz, baja el rendimiento del maíz en el primer año, pero se recupera más en el segundo año; y si este abono verde se siembra de 3 a 5 semanas después del cultivo principal, la competencia es mínima. Para minimizar la competencia de frijol terciopelo se sembró en la 3 semana después del cultivo de maíz.

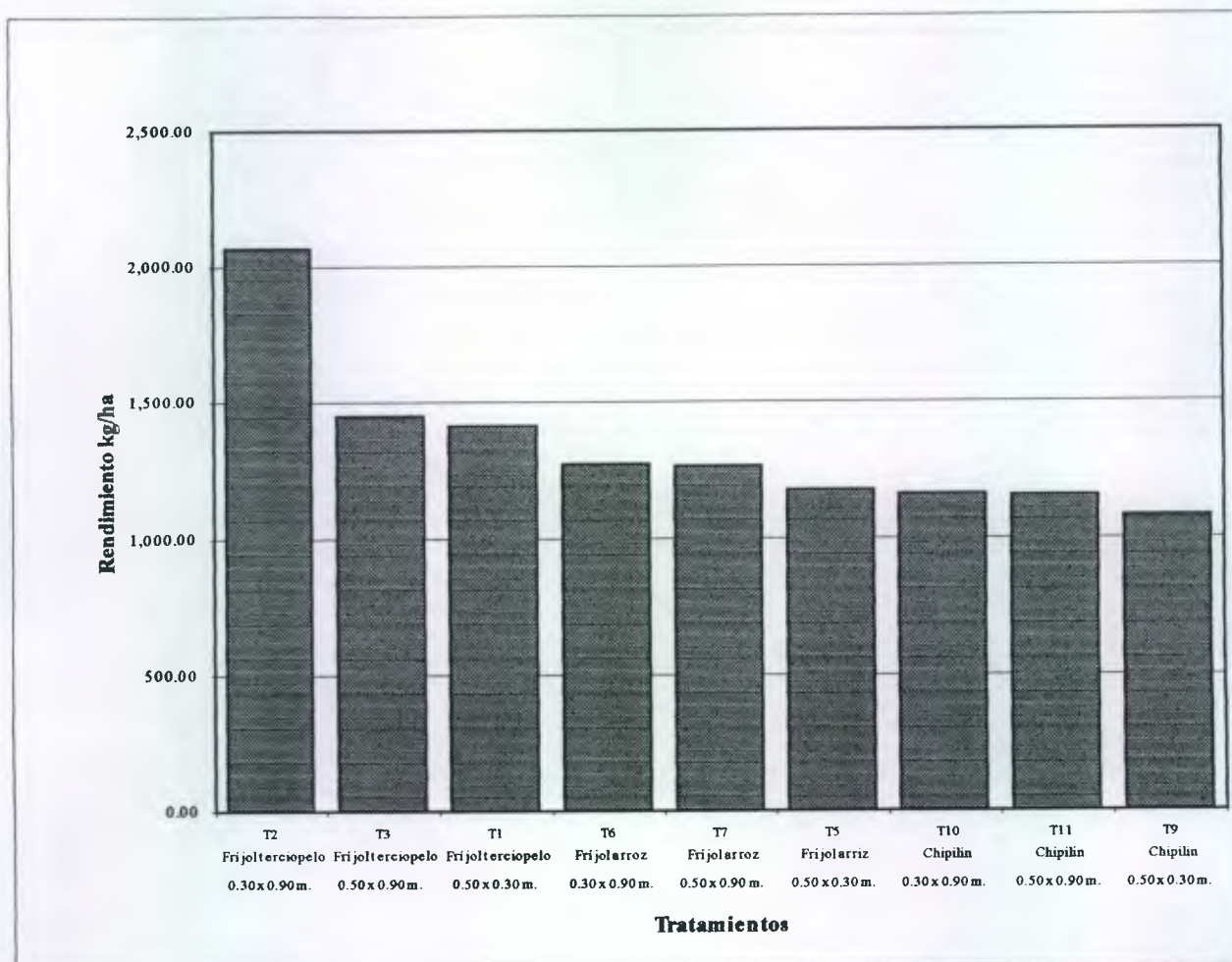


Figura 6. Rendimiento promedio (kg/ha) de maíz en cada uno de los tratamientos evaluados.

7.1.2. Segunda época del cultivo

Según el análisis de varianza para los rendimientos de maíz con la incorporación de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín, existen diferencias altamente significativas en los tratamientos (Cuadro 11). Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de tratamientos (Tukey).

Cuadro 11. Resumen del análisis de varianza del rendimiento en la segunda época de maíz en kg/ha por tratamiento

Fc	Ft(1%)	C.V.	Comparador de Tukey (1%)
498.32	3.19**	3.00%	244

En el cuadro 12 se observa el rendimiento en cada tratamiento. Los tratamientos del testigo del agricultor se obtuvo: 3,787.31 kg/ha, 3,757.79 kg/ha, 3,736.55 kg/ha de maíz respectivamente, con los mayores rendimientos obtenidos en el experimento. Esto se debe a que en el monocultivo del testigo del agricultor se utilizó fertilizante sintético. Este rendimiento se encuentra en el rango de producción promedio del lugar (3,393.67 kg/ha a 4,654.89 kg/ha).

Cuadro 12. Resumen de la prueba de Tukey del rendimiento promedio de maíz en la segunda época en kg/ha por tratamiento

Tratamientos		Medias	Grupo Tukey (0.01)
T12	Testigo del agricultor, sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos	3,787.31	a
T8	Testigo del agricultor, sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos	3,757.79	a
T4	Testigo del agricultor, sin incorporación de abonos verdes, con dos limpiezas manuales y utilización de fertilizantes químicos	3,736.55	a
T2	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.30 m. x 0.90 m.	2,883.88	b
T3	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.90 m.	2,548.17	c
T1	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.30 m.	2,364.58	c
T6	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.30 m. x 0.90 m.	1,999.33	d
T7	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.90 m.	1,914.59	d
T5	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.30 m.	1,739.59	e
T10	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.30 m. x 0.90 m.	1,650.88	f
T11	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.90 m.	1,610.80	f
T9	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 m. x 0.30 m.	1,543.60	f

Los tratamientos con las incorporaciones de biomasa de frijol terciopelo (32,636.59 kg/ha, 25,128.92 kg/ha, 21,023.20 kg/ha) obtuvieron los mejores rendimientos de maíz. Y los tratamientos con las incorporaciones de biomasa de frijol arroz (13,584.91 kg/ha, 11,689.82 kg/ha, 8,346.20 kg/ha) mejores que los tratamientos con las incorporaciones de biomasa de chipilín (5,958.66 kg/ha, 5,062.33 kg/ha, 4,565.50 kg/ha). Las incorporaciones de biomasa de chipilín fueron las menores, debido al retardo o poco crecimiento, su hábito de crecimiento es perenne y si sólo se hubiera podado, a largo plazo se obtendrían mejores resultados, evitándose gastos por siembra y habría un aumento de la biomasa; debido a que la transformación orgánica de los abonos verdes requiere más tiempo que el esperado en este experimento, si se

continuara con uno o dos años mas con las incorporaciones se obtendrían mejores resultados en los tratamientos con chipilín (Cuadro 13).

El tratamiento T2 con la incorporación de 32,636.59 kg/ha de biomasa de frijol terciopelo fue el que después del testigo del agricultor es superior a los demás tratamientos con un rendimiento de 2,883.88 kg/ha de maíz. Los rendimientos mas pequeños se obtuvieron en los tratamientos T10, T11 y T9 con incorporación de biomasa de chipilín: 5,958.66 kg/ha, 5,062.33 kg/ha y 4,565.50 kg/ha respectivamente, con rendimientos de maíz: 1,610.80 kg/ha, 1,610.80 kg/ha y 1,543.60 kg/ha, respectivamente (Cuadro 11).

Los diferentes distanciamientos de siembra y/o densidades de plantas de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín aportaron diferentes cantidades de biomasa que fue incorporada al suelo; correspondiendo al distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m. las mejores cantidades de biomasa, y al distanciamiento de siembra 0.50 x 0.90 m. el segundo mejor. A mayor incorporación de biomasa de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín, incrementan el rendimiento de maíz.

Cuadro 13. Promedio de biomasa (materia verde) de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín en kg/ha incorporada al suelo.

Tratamientos		Medias de Biomasa (Materia Verde) kg/ha
T2	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	32,636.59
T3	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	25,128.92
T1	Incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	21,023.20
T6	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	13,584.91
T7	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	11,689.82
T5	Incorporación de frijol arroz con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	8,346.20
T10	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.30 x 0.90 m.	5,958.66
T11	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.90 m.	5,062.33
T9	Incorporación de chipilín con el distanciamiento de siembra: 0.50 x 0.30 m.	4,565.50

En la figura 7 se compara gráficamente el rendimiento obtenido en cada uno de los tratamientos y la biomasa que se incorporó al suelo de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín. En ella se observan las

diferencias obtenidas entre los tratamientos del testigo del agricultor (T12, T8 y T4), presentando los mejores rendimientos y los tratamientos con la intercalación de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín tienen rendimientos menores. Siendo el tratamiento de frijol terciopelo con el distanciamiento 0.30 m. x 0.90 m. el segundo mejor rendimiento de maíz y el tratamiento de chipilín con el distanciamiento 0.50 m. x 0.30 m. el que menor rendimiento obtuvo. Se observa el comportamiento de la biomasa, que a mayor cantidad de biomasa mayor rendimiento de maíz.

La hipótesis planteada en esta investigación es aceptada, debido a que con el análisis que se menciona anteriormente, los tratamientos con la intercalación e incorporación de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín incrementaron el rendimiento de maíz, siendo de un 39% en el mejor tratamiento con el distanciamiento 0.30 m. x 0.90 m. y la incorporación de frijol terciopelo. Estos resultados pueden explicarse debido a que el contenido de nitrógeno que acumulan las hojas y tallos de las leguminosas, el nitrógeno que es fijado por las raíces durante el crecimiento o desarrollo de las leguminosas, el aumento de la microflora en el suelo (como con micorrizas), así como el contenido de nitrógeno que tienen las raíces fueron aprovechados por el cultivo de maíz, favoreciendo el desarrollo del cultivo.

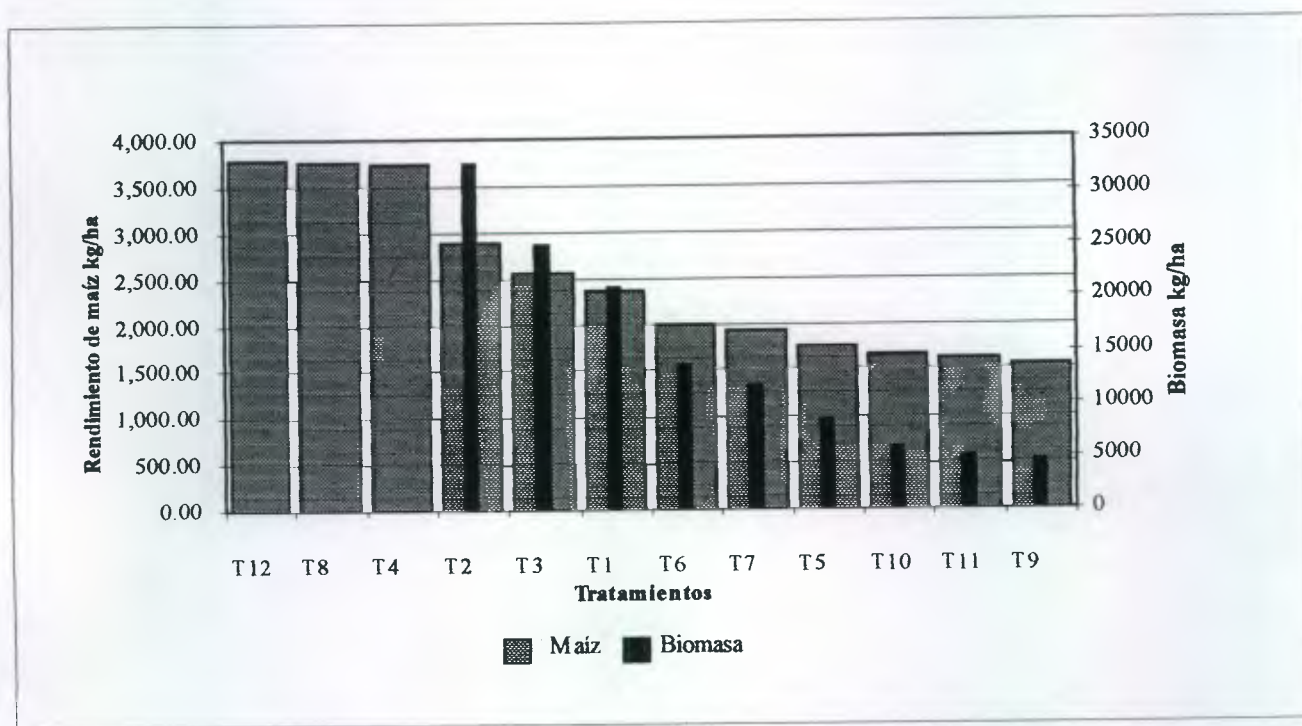


Figura 7. Rendimiento de maíz en kg/ha y biomasa de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín en kg/ha por tratamiento.

7.2 VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DE MALEZAS

Se ha estimado que la presión de malezas puede ser el factor más importante que limita la producción de cultivos en países del trópico Holm (1971). El control de malezas representa la mayor demanda de mano de obra durante el ciclo y tiende a limitar el área sembrada por el agricultor Moody (1977). Un trabajo realizado por Gliessman (1983) indico que Vigna sinensis, Canavalia ensiformis y Stizolobium deeringianum Bort (mucuna) tenían un efecto alelopático en el control de malezas cuando fueron sembradas en asocio con maíz.

Según Zea (1990) las siembras intercaladas juegan un papel específico en virtud que la rápida cobertura del suelo disminuye la incidencia de las malezas; a los 60 días la cobertura por las malezas en los tratamientos con leguminosas [Stizolobium deeringianum Bort (mucuna), Vigna unguiculata L. y Canavalia ensiformis L.] tiende a estabilizarse o a disminuir ligeramente, los datos de cobertura de la leguminosa demuestran que durante los 30 días es posible tener una cobertura significativa a nivel del suelo, lo que contribuye a disminuir la erosión durante este período crítico. El control de las malezas constituye además uno de los costos más importantes en el cultivo.

De acuerdo a los resultados (Cuadro 14), las especies de malezas de mayor valor de importancia son: Ageratum conyzoides, Tagetes subulata, Elytraria imbricata, Spermacoce confusa, Delia berterii, Cyperus sp., Elephantopus spicatus, Priva lappulacea.

Cuadro 14. Valores de importancia que predominan en los tratamientos en porcentaje

ESPECIE	VALORES DE IMPORTANCIA Y DE CONTROL DE MALEZAS								
	T1	T2	T3	T5	T6	T7	T9	T10	T11
<u>Ageratum conyzoides</u>	33.12 *A	25.27 *A	27.72 *A	56.19 *M	51.28 *M	55.50 *M	74.12 *B	65.01 *B	66.02 *B
<u>Tagetes subulata</u>	38.63	29.15	35.82	47.10	43.09	44.10	60.18	52.14	57.31
<u>Elytraria imbricata</u>	26.16	22.50	24.63	30.18	27.95	28.15	33.86	31.65	32.72
<u>Spermacoce confusa</u>	18.93	14.05	15.89	25.10	21.95	23.28	30.26	27.15	28.90
<u>Delia berterii</u>	11.16	7.07	9.05	16.81	14.04	15.65	21.09	17.89	19.21
<u>Cyperus sp.</u>	14.73	10.68	12.92	17.18	15.97	16.69	22.84	18.35	20.42
<u>Elephantopus spicatus</u>	16.26	10.67	13.22	22.94	20.87	21.42	28.18	24.07	26.32
<u>Priva lappulacea</u>	9.25	7.07	8.23	12.87	10.32	11.61	18.19	14.93	16.38

Referencias: *El control de malezas tiene la siguiente valoración: A = Alto, M = Mediano, MB = Mediano Bueno, B = Bueno

Los tratamientos con la intercalación de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), presentan el mas alto control en especies de malezas, siendo el tratamiento T2 con el distanciamiento de siembra de frijol terciopelo de 0.30 x 0.90 m. el que presentó el mejor control de especies de malezas. Los tratamientos con la intercalación de frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*), presentan el control mediano en especies de malezas. Y los tratamientos con la intercalación de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.), presentan un control bueno de las especies de malezas.

Las leguminosas en la región de estudio tienen un intervalo de días a floración de: el frijol terciopelo 72 – 100 días, frijol arroz 76 –115 días y el chipilín 80 -120 días. Siendo verificadas en esta evaluación, realizándose las incorporaciones en plena floración de las distintas leguminosas.

En la figura 8 se observa el comportamiento de los valores de importancia de cada especie de malezas en los diferentes tratamientos donde se intercalo frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín. Se observa que el tratamiento T2 (intercalación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m) y T3 (intercalación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra 0.50 x 0.90 m.) presentan el más alto control de malezas y el tratamiento T9 (intercalación de chipilín con el distanciamiento de siembra 0.50 x 0.30 m.) el menor control de malezas. Los tratamientos con frijol terciopelo disminuyeron más la incidencia de malezas.

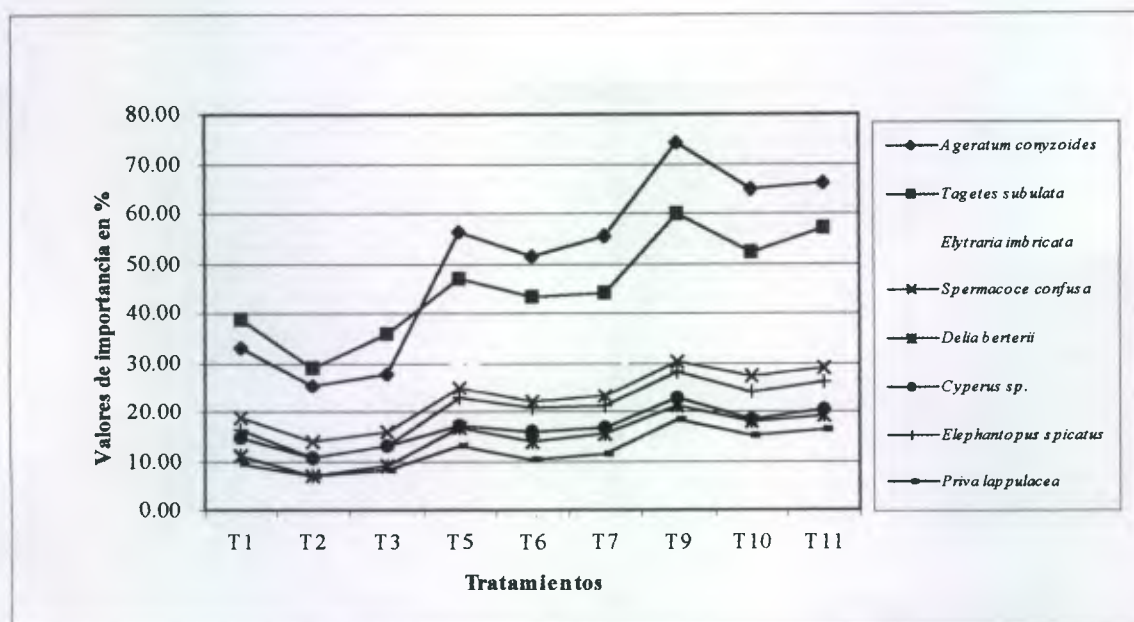


Figura 8. Valores de importancia de las especies de malezas en cada uno de los tratamientos.

7.3 VALORES DE LOS DIFERENTES NUTRIENTES DEL SUELO

En el cuadro 26.A y 27.A del apéndice, se presentan los resultados de los análisis de las muestras de suelos, efectuados antes de la siembra del frijol terciopelo, frijol arroz, chipilín y del cultivo de maíz en la primera época y un segundo muestreo al final de la segunda época del cultivo de maíz.

El suelo posee una textura franco arenosa. El pH se mantuvo dentro de los niveles ligeramente ácido y medianamente ácido, siendo adecuado para el desarrollo y aprovechamiento de nutrientes del cultivo de maíz. Determinándose que la adaptación y aporte de biomasa es mejor cuando el pH disminuye.

La materia orgánica registra niveles medios y altos, determinándose que en las primeras incorporaciones de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín al cultivo de maíz no se incrementa notablemente.

La capacidad de intercambio cationico –CIC-, no se registraron mayores diferencias, la explicación mas razonable es la relativa a considerar que como la materia orgánica no esta edafizado, el CIC permanece inalterable; se considera que al descomponerse mas la materia orgánica entonces el CIC subirá sensiblemente.

El calcio disponible (de 11.48 a 10.50 meq/100 ml) y el intercambiable (de 11.48 a 11.40 meq/100 gr) bajo, pero presentan niveles altos.

El Magnesio disponible (de 1.36 a 1.50 meq/100 ml) y el intercambiable (de 1.64 a 1.80 meq/100 gr) subió, presentando niveles bajo y medio respectivamente.

El potasio disponible (de 198 a 259 meq/100 ml) aumento y el intercambiable (de 0.98 a 1.10 meq/100 gr) se mantuvo con un nivel alto, por lo que el aprovechamiento del cultivo de maíz de este macronutriente, fue compensado después por los cultivos que se intercalaron e incorporaron después al suelo. El fósforo (de 6.6 a 4.9 meq/100 ml) se mantuvo bajo y se presenta en un nivel bajo.

Los niveles bajos, medios y altos de los nutrientes del suelo, en la primera época del cultivo de maíz comparado con los de la segunda época del cultivo se mantuvo; y según los rendimientos de maíz obtenidos en los tratamientos donde se intercalo e incorporo frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín, aportaron los nutrientes que el cultivo de maíz absorbió, como por ejemplo el nitrógeno.

El cuadro 15 presenta los resultados foliares de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín, y según Donahue (1981), la relación C:N que presentan las leguminosas son menores de 20:1, lo cual comprueba que los cultivos incorporados al suelo aportaron nitrógeno suficiente y que fue aprovechado por los organismos pudridores y el cultivo de maíz. Estos resultados explican que el nitrógeno que necesitan las bacterias que realizan la descomposición son suplidos por el aporte de nitrógeno de las leguminosas, y como se mencionó anteriormente el nitrógeno que acumularon en las hojas y tallos, lo que fue fijado por las raíces durante el desarrollo, el aumento de la microflora en el suelo (como con micorrizas), así como el contenido de nitrógeno que tienen las raíces de estas leguminosas fue aprovechado por el cultivo de maíz, favoreciendo el desarrollo del cultivo. Este es uno de los grandes beneficios de la utilización de los abonos verdes para el mejoramiento de la calidad del suelo.

Cuadro 15. Resultados foliares de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín.

Plantas	%					ppm				C:N
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
Frijol terciopelo	3.10	0.24	3.38	0.81	0.29	25	45	120	55	12.90
Frijol arroz	2.81	0.19	3.06	1.63	0.29	15	35	125	120	14.24
Chipilín	3.46	0.23	2.50	1.19	0.18	10	45	135	100	11.56

Fuente: Laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En la presente investigación se pudo determinar que de las tres especies de leguminosas que se intercalaron al cultivo de maíz, producen diferentes cantidades de biomasa. Siendo el frijol terciopelo la que en promedio aportó 26,262.90 kg/ha, y el chipilín produjo las menores cantidades. Esto tiene mucha relación con la cantidad de nitrógeno que estas aportan al suelo cuando son sembradas e incorporadas en la época de floración. En este estudio el frijol terciopelo aportó en promedio 187.38 kg/ha, el frijol arroz 81.94 kg/ha y el chipilín 50.22 kg/ha de nitrógeno. Ver cuadro 16.

Cuadro 16. Nitrógeno aportado en kg/ha al suelo en los tratamientos con la incorporación de frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín al cultivo de maíz.

Tratamientos	Medias de Biomasa MV (kg/ha)	Medias de Biomasa MS (kg/ha)	N (kg/ha)
T2: Frijol terciopelo	32,636.59	7,511.60	232.86
T3: Frijol terciopelo	25,128.92	5,783.64	179.29
T1: Frijol terciopelo	21,023.20	4,838.67	150.00
T6: Frijol arroz	12,854.91	3,344.78	99.33
T7: Frijol arroz	10,959.82	2,851.69	85.47
T5: Frijol arroz	7,046.20	1,833.38	61.02
T10: Chipilín	5,958.66	1,664.64	57.60
T11: Chipilín	5,062.33	1,414.24	48.93
T9: Chipilín	4,565.50	1,275.44	44.13

De todos los tratamientos evaluados en este estudio fue mejor el frijol terciopelo asociado con maíz y posteriormente incorporado en la época de floración, sembrado a una distancia de 0.30 x 0.90 m. Para tener una mejor interpretación de lo antes descrito, en la figura 9 se describen el comportamiento de los tratamientos evaluados según el nitrógeno aportado.

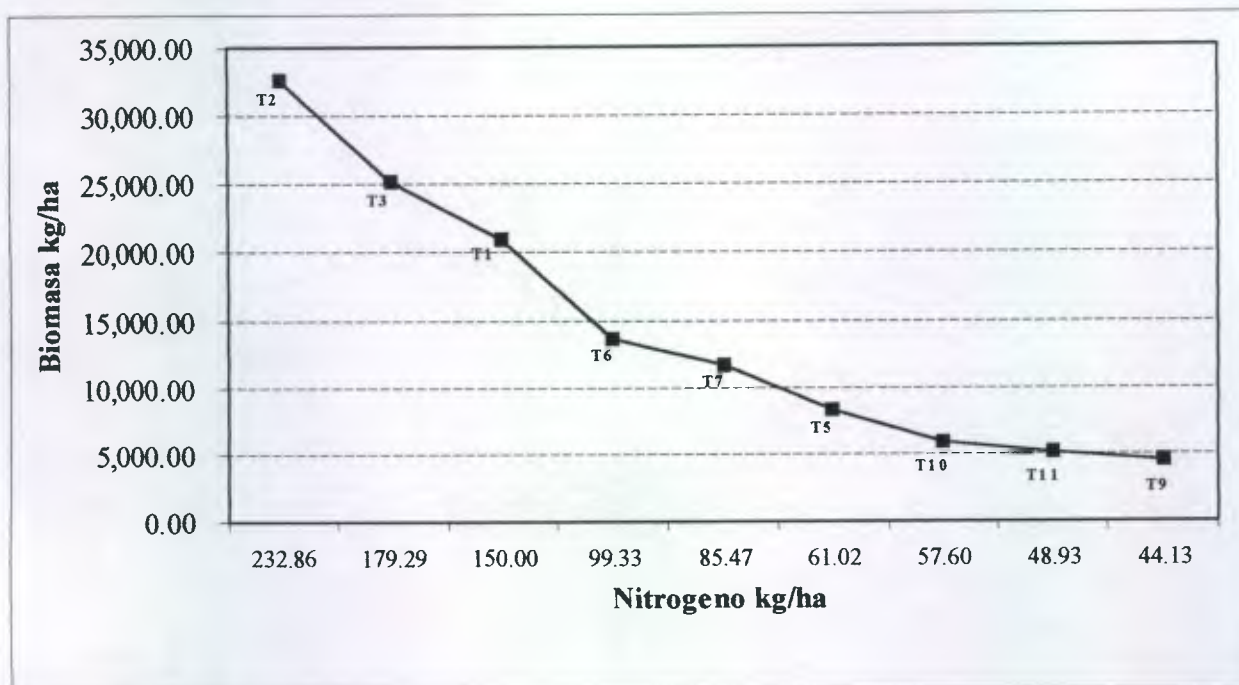


Figura 9. Nitrógeno en kg/ha aportado al suelo con la incorporación de biomasa del frijol terciopelo, frijol arroz y chipilín al cultivo de maíz.

Según la hipótesis planteada en esta investigación, es aceptada, debido a que la descomposición de los abonos verdes incorporados al suelo, incrementaron el contenido nutricional del suelo y fueron aprovechados por el cultivo de maíz.

7.4 ANALISIS ECONOMICO DE RENTABILIDAD

7.4.1 Primera época del cultivo

Con base a los costos totales e ingresos netos como se aprecian en el cuadro 22.A y 23.A, se determino la rentabilidad para cada uno de los tratamientos. Todos los tratamientos: T2, T3, T1, T6, T7, T5, T11, T10 y T9 presentan rentabilidad negativas de: - 14%, - 38%, - 43%, - 45%, - 45%, - 50%, - 52%, 53%, - 61% respectivamente, debido a los rendimientos bajos de maíz que se obtuvieron, presentando perdidas o beneficios negativos.

La evaluación económica del asocio indicó que el tratamiento T3 (maíz con la intercalación e incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra de 0.50 x 0.90 m.) obtuvo el menor beneficio neto de 13.80 quetzales / hectárea y un costo variable de 1,908.00 Q/ha. El tratamiento T2 (maíz con la intercalación e incorporación de frijol terciopelo con el distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m.) con el mayor beneficio neto de 785.10 Q/ha y un costo variable de 1,957.50 Q/ha (cuadro 17). Las diferencias en los costos variables que son muy pequeñas y las diferencias de rendimiento son sustanciales, la tasa de retorno marginal que resulta es muy elevada (en miles por ciento), por tanto no vale la pena calcular las tasas de retorno marginales para los tratamientos (CIMMYT 1988).

Cuadro 17. Determinación de costos, beneficios y análisis de dominancia de los diferentes tratamientos, en la primera época del cultivo de maíz.

TRAMIENTO	R. kg/ha	C.Q.V.	B.B.	B.N.	DOMINANCIA
T7	1,263.90	1,867.50	1,675.80	- 191.70	d
T6	1,271.84	1,872.00	1,686.60	- 185.40	d
T5	1,173.50	1,888.50	1,555.80	- 332.70	d
T3	1,449.16	1,908.00	1,921.80	13.80	nd
T11	1,151.54	1,957.00	1,527.00	- 430.00	d
T2	2,068.39	1957.50	2,742.60	785.10	nd
T10	1,158.61	2,032.00	1,536.60	- 495.40	d
T1	1,414.08	2,055.50	1,875.00	- 180.50	d
T9	1,079.02	2,354.00	1,431.00	- 923.00	d

Referencia: R. = rendimiento en kg/ha, C.Q.V. = costos que varían en Q/ha
 B.B. = beneficios brutos en Q/ha, B.N. = beneficios netos en Q/ha
 nd = tratamiento no dominado, d = tratamiento dominado

En la figura 10 aparecen los dos puntos de las líneas de beneficios netos representando los dos tratamientos no dominados, se observa la pendiente que representa el beneficio neto que se obtienen al pasar del tratamiento T3 al T2. Siendo el tratamiento T2 el que mejor beneficios neto presenta.

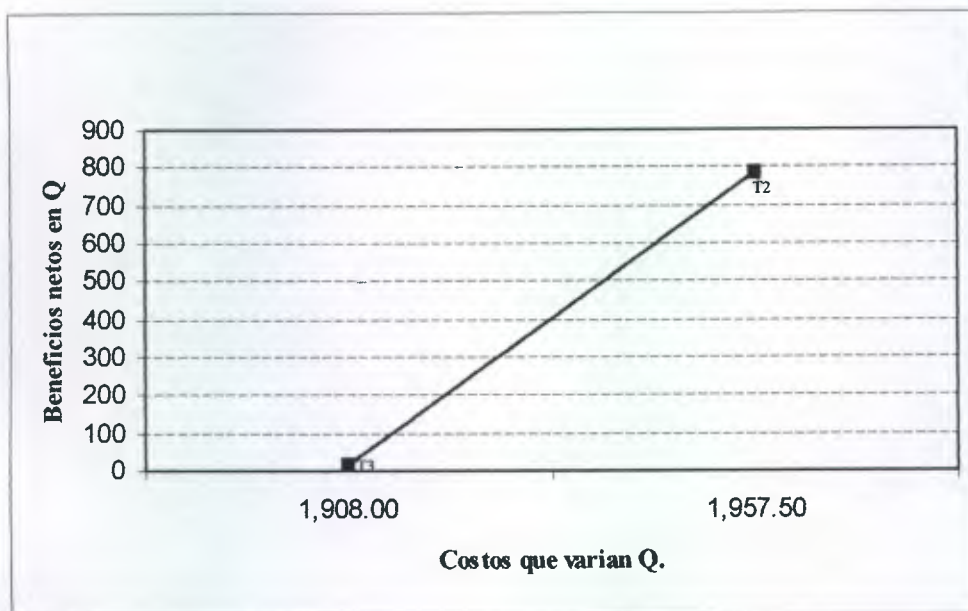


Figura 10. Curva de beneficios netos en la primera época del cultivo de maíz.

7.4.2 Segunda época del cultivo

Con base a los costos totales e ingresos netos como se aprecian en el cuadro 24.A y 25.A, se determinó la rentabilidad para cada uno de los tratamientos. La mejor rentabilidad corresponde al tratamiento T2 con 30%, esto indica que por cada 100 quetzales invertidos se obtienen Q 30.00 de ganancia. Y el tratamiento del testigo del agricultor presentó la menor rentabilidad: T4, T8 y T12 con 6%, 6% y 7% respectivamente. Los siguientes tratamientos también presentaron rendimientos superiores al testigo del agricultor: T3 con 16 % y T1 con 7%. Los demás tratamientos obtuvieron rentabilidades negativas, debido a los rendimientos bajos de maíz que se obtuvieron, presentando pérdidas o beneficios negativos.

La evaluación económica del asocio indicó que el tratamiento T2 (maíz con la intercalación e incorporación de frijol terciopelo) presenta el mayor beneficio neto de 2,059.80 Q/ha y un costo variable de 1,764.00 Q/ha., observándose que el tratamiento T9 (maíz con la intercalación e incorporación de chipilín) obtuvo el menor beneficio neto de 327.60 quetzales / hectárea (Q/ha) y un costo variable de 1,719.00 Q/ha (cuadro 18). Las diferencias en los costos variables que son muy pequeñas y las diferencias de rendimiento

son sustanciales, la tasa de retorno marginal que resulta es muy elevada (en miles por ciento), por tanto no vale la pena calcular las tasas de retorno marginales para los tratamientos (CIMMYT 1988).

Cuadro 18. Determinación de costos, beneficios y análisis de dominancia de los diferentes tratamientos, en la segunda época del cultivo de maíz.

TRAMIENTO	R. kg/ha	C.Q.V.	B.B.	B.N.	DOMINANCIA
T9	1,543.60	1,719.00	2,046.60	327.60	nd
T11	1,610.80	1,720.50	2,136.00	415.50	nd
T10	1,650.88	1,722.00	2,188.80	466.80	nd
T5	1,739.59	1,725.00	2,306.40	581.40	nd
T7	1,914.59	1,731.00	2,538.60	807.60	nd
T6	1,999.33	1,734.00	2,651.40	917.40	nd
T1	2,364.58	1,746.00	3,135.60	1,389.60	nd
T3	2,548.17	1,752.00	3,378.60	1,626.60	nd
T2	2,883.88	1,764.00	3,823.80	2,059.80	nd
T4	3,736.55	3,166.00	4,954.80	1,788.80	d
T8	3,757.79	3,167.58	4,983.00	1,815.42	d
T12	3,787.31	3,169.00	5,022.00	1,853.00	d

Referencia: R. = rendimiento en kg/ha, C.Q.V.; C.Q.V. = costos que varían en Q/ha
 B.B. = beneficios brutos en Q/ha; B.N. = beneficios netos en Q/ha
 nd = tratamiento no dominado; d = tratamiento dominado

En la figura 11 los puntos de las líneas de beneficios netos representa cada tratamiento no dominado, las pendientes representan los beneficios netos que se obtienen al pasar de un tratamiento a otro. Siendo el tratamiento T2 el que mejor beneficios neto presenta.

En general, de la evaluación económica realizada puede señalarse que en base a los rendimientos del grano de maíz en asocio con frijol terciopelo supera en beneficio neto a la siembra de maíz sin el asocio de leguminosas o maíz en monocultivo (testigo del agricultor).

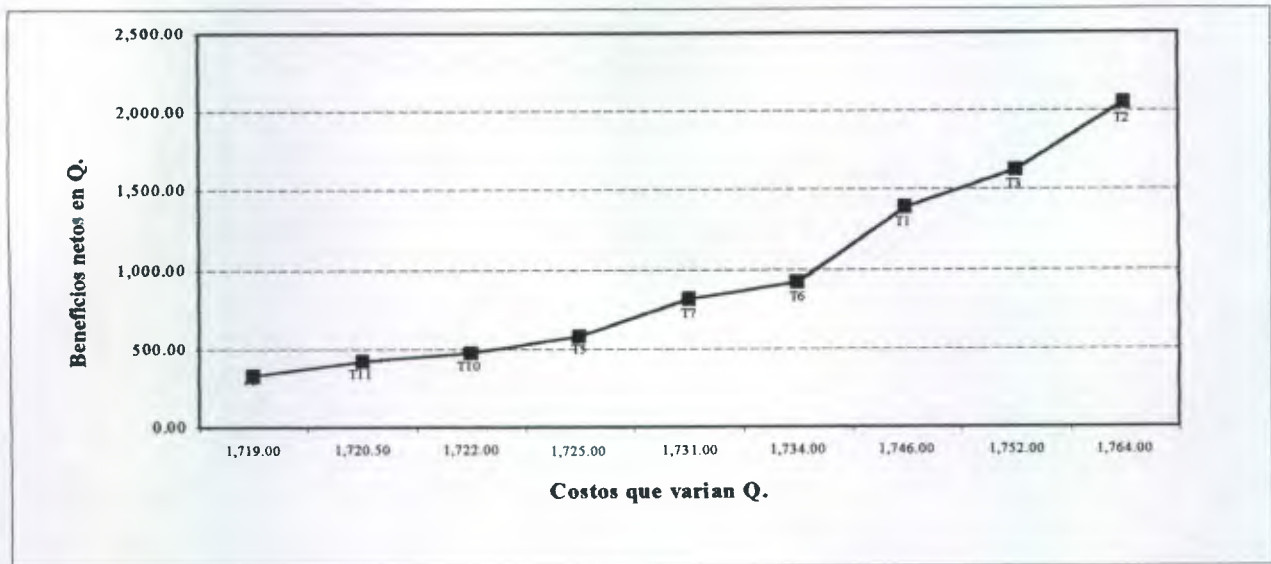


Figura 11. Curva de beneficios netos en la segunda época del cultivo de maíz.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 De las tres especies de leguminosas intercaladas con maíz, el frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.) reportó el mayor rendimiento, ya que existió interacción significativa entre leguminosas y distancias de siembra, se determinó que el distanciamiento 0.30 m. entre planta x 0.90 m. entre surco es la mejor para esta especie de leguminosa, esto es aplicable para la siembra de maíz en la primera y segunda época.
- 8.2 La utilización de frijol terciopelo a una distancia de 0.30 x 0.90 m. y 0.50 x 0.90 m. en asocio con maíz sembrado a 0.50 x 0.90 m. se obtuvo el mejor control de las ocho malezas con mayor valor de importancia identificadas en este estudio, a saber: *Ageratum conyzoides*, *Tagetes subulata*, *Elytraria imbricata*, *Spermacoce confusa*, *Delia berterii*, *Cyperus* sp., *Elephantopus spicatus*, *Priva lappulacea*.
- 8.3 De las tres leguminosas intercaladas al cultivo de maíz, el frijol terciopelo aportó en promedio la mayor cantidad de nitrógeno 87.38 kg/ha, en segundo lugar fue el frijol arroz (*Phaseolus calcaratus*) que en promedio aportó 81.94 kg/ha, y por último el chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.) en promedio aportó 50.22 kg/ha.
- 8.4 De los tratamientos evaluados la mayor rentabilidad se obtuvo con frijol terciopelo distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m. asociado con maíz, reportando 30%.
- 8.5. Si con el material genético (cultivar HB-83) generado para uso de fertilizante el tratamiento T2 (frijol terciopelo con el distanciamiento 0.30 m. x 0.90 m) lo superó en beneficio neto, se espera que con variedades o el uso de semillas criollas la respuesta sea mas contundente.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Utilizar el frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.), intercalado con el distanciamiento de siembra 0.30 x 0.90 m. y/o 0.50 x 0.90 m., incorporado al suelo la leguminosa en la época de floración en asocio con el cultivo de maíz. Con este tratamiento se aumentó el rendimiento de maíz, se obtuvo una mejor rentabilidad, mayor producción de biomasa (materia verde) de frijol terciopelo, apporto mayor nitrógeno y se tuvo un mejor control de malezas.
- 9.2 Impulsar el uso de las leguminosas como abonos verdes, ya que proporciona beneficios económicos al productor y mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo.
- 9.3 Con el uso de abonos verdes utilizar variedades de maíz y/o semillas criollas fomentando con ello la agricultura sostenible.
- 9.4 Continuar las evaluaciones, incorporando los abonos verdes en un segundo, tercer, cuarto ciclo para observar el efecto de la incorporación con el paso del tiempo y se podría observar el efecto del chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn.) que es una especie perenne, lo que evitaría la siembra y retraso en el crecimiento, y en las evaluaciones incluir un testigo absoluto.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Baier, A. 1994. Fertilización orgánica. 3 ed. Guatemala, ALTERTEC. 113 p.
2. Bunch, R. 1992. Agricultura ecológicamente apropiada. México, DSE. 184 p.
3. ———— 1995. Innovaciones en abonos verdes. Echo Notas de Desarrollo. (E.E.U.U.). 47(1):3-4.
4. Cayon, DG; Lozada, JE. 1992. Efecto de la competencia de las malezas sobre el crecimiento, desarrollo y producción de dos clones de plátano (*Musa AAB Simmonds*). Manejo Integrado de Plagas (CR) 24(1):18-21.
5. CIDICCO (Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura, HN). 1991. Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura. HN, 1(1): 4.
6. Cruz, J.R., De la. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
7. ———— 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. En Congreso Manejo Integrado de Plagas (4., 1992, HN). Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 107-116 p.
8. Deleroit, RJ. ; Ahlgren, HL. 1976. Producción agrícola. México, Continental. 732 p.
9. Dominguez, JA.; Cruz, R. De la. 1990. Competencia nutricional de *Arachis pintoii* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K. Manejo Integrado de Plagas (C.R). 18(1):1-7.
10. Donahue, RL; Miller, RW. ; Shickluna, JC. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. 3 ed. Cali, Colombia, Prentice/Hall Internacional. 624 p.
11. FUNCEDE (Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT). 1996. Diagnostico y plan de desarrollo del municipio de Santa Ana Huista departamento de Huehuetenango. Guatemala. 77 p.
12. Gavande, SA. 1972. Física de suelos principios y aplicaciones. México, Limusa. 255 p.
13. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias, región VII Huehuetenango y Quiché. Guatemala. 37 p.
14. INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, GT). 1968. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centroamérica y Panamá. Guatemala. 156 p.
15. INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, GT). 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. 132 P.

16. Manejo integrado de plagas y extensión agrícola 1994. Programas de estrategias de manejo integrado de plagas en diversos cultivos de Centroamérica. Ed. por J. Búcaro Morales. Quetzaltenango, Guatemala, MAGA. 64 p.
17. Merino, Cl.; Cruz, R. De la. 1992. Comportamiento ecológico del banco de semillas de malezas bajo condiciones del trópico húmedo. *Manejo Integrado de Plagas (CR)*. 24(1):8-17.
18. Muñoz, R.; Santamaria, E.; Pitty, A. 1993. Efecto de tres manejos de malezas sobre las plagas, enemigos naturales, rendimiento y rentabilidad del frijol. *Manejo Integrado de Plagas (CR)*. 27(1):46-53.
19. Rojas, CE.; Cruz, R. De la; Merayo, A. 1993. Efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Manejo Integrado de Plagas (CR)*. 27(1):42-45.
20. Rojas, CE.; Merayo, A. 1994. Manejo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo de maíz y el periodo de barbecho con leguminosas de cobertura. *Manejo Integrado de Plagas (CR)* 31(1):29-35.
21. Silva Mansilla, JR. 1981. Análisis del nivel tecnológico empleado en la producción de maíz y frijol en el Municipio de Santa María de Jesús, Sacatepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 97 p.
22. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional. 1000 p.
23. Soto Estrada, AD. 1982. Evaluación del efecto del frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum* Bort.) como abono verde en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), en la finca El Recuerdo, del municipio San José, Escuintla. Tesis de Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 34 p.
24. Suarez, F. 1979. Conservación de suelos. 3 ed. San José, CR, IICA. 321 p.
25. Tamhane, RV. ; Motlramani, YP. 1978. Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Diana. 324 p.



10. B°
 Juan De La Roca

11. APENDICE

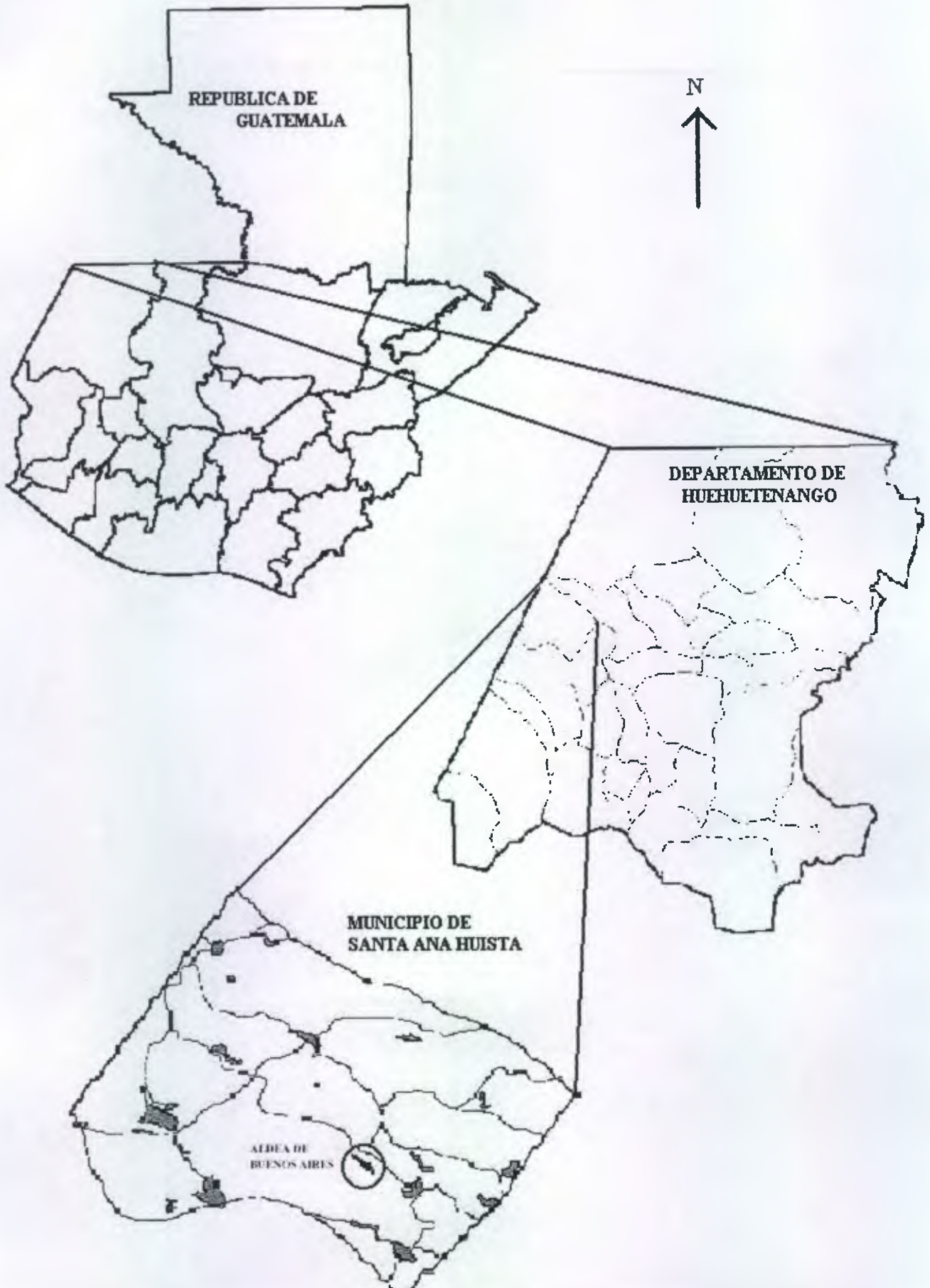
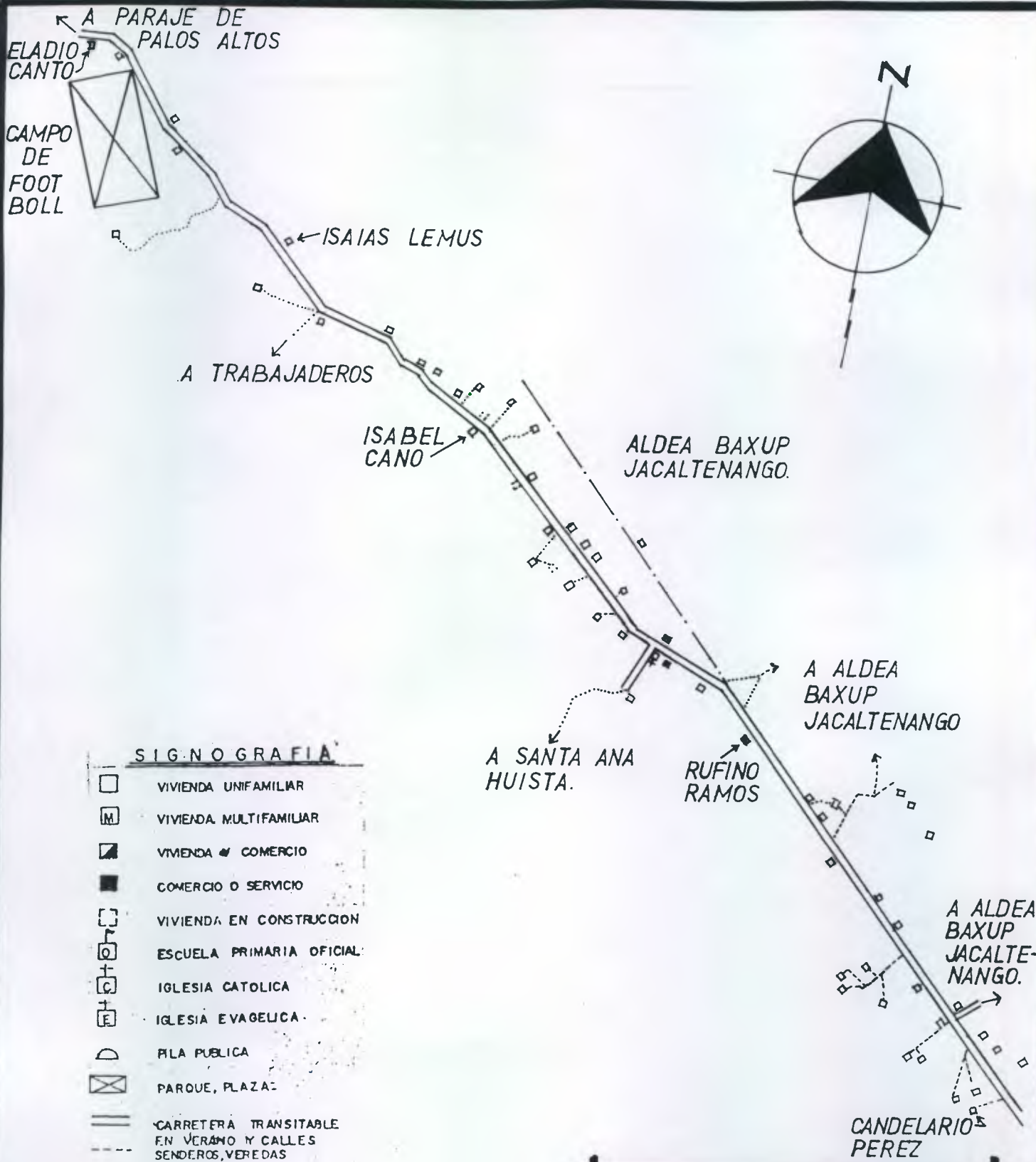


Figura 12.A Localización de la aldea Buenos Aires, Santa Ana Huista, Huehuetenango.



SIGNOGRAFIA

- VIVIENDA UNIFAMILIAR
- VIVIENDA MULTIFAMILIAR
- VIVIENDA de COMERCIO
- COMERCIO O SERVICIO
- VIVIENDA EN CONSTRUCCION
- ESCUELA PRIMARIA OFICIAL
- IGLESIA CATOLICA
- IGLESIA EVANGELICA
- FILA PUBLICA
- PARQUE, PLAZA
- CARRETERA TRANSITABLE EN VERANO Y CALLES SENDEROS, VEREDAS
- PUENTE
- RIOS
- QUEBRADA
- POZO BROCAL

ALDEA BUENOS AIRES, STA. ANA HUISTA, HUEHUETENANGO.
 FIGURA :
 ESCALA : 1 : 5,000
 EPS. JUAN CARLOS RIOS

Cuadro 19.A Rendimiento en la primera época de maíz kg/ha por tratamiento

Tratamientos / Bloques		I	II	III	Y.jk	Medias
	B1	1,407.24	1,478.02	1,356.98	4,242.24	1,414.08
A1	B2	2,107.21	2,099.97	1,997.98	6,205.16	2,068.39
	B3	1,533.36	1,414.07	1,400.04	4,347.47	1,449.16
Y.ij		5,047.81	4,992.06	4,755.00	14,794.87	
	B1	1,187.20	1,099.97	1,233.32	3,520.49	1,173.50
A2	B2	1,226.11	1,239.41	1,350.00	3,815.52	1,271.84
	B3	1,241.72	1,299.96	1,250.01	3,791.69	1,263.90
Y.ij		3,655.03	3,639.34	3,833.33	11,127.70	
	B1	1,088.62	1,101.08	1,047.37	3,237.07	1,079.02
A3	B2	1,150.02	1,209.70	1,116.11	3,475.83	1,158.61
	B3	1,124.80	1,108.68	1,221.41	3,454.89	1,151.63
Y.ij		3,363.44	3,419.46	3,384.89	10,167.79	
Y.i		12,066.28	12,050.86	11,973.22	36,090.36	1,336.68

Cuadro 20.A Resumen auxiliar de interacción entre los factores A y B en la primera época de cultivo de maíz

	B1	B2	B3	Y.j	Medias
A1	4,242.24	6,205.16	4,347.47	14,794.87	4,931.62
A2	3,520.49	3,815.52	3,791.69	11,127.70	3,709.23
A3	3,237.07	3,475.83	3,454.89	10,167.79	3,389.26
Y...k	10,999.80	13,496.51	11,594.05	36,090.36	
Medias	3,666.60	4,498.84	3,864.68		1,336.68

Cuadro 21.A Rendimiento en la segunda época del cultivo de maíz en (kg/ha)
por tratamiento

Tratamientos	Bloques			Medias
	I	II	III	
A1B1	2,343.13	2,311.67	2,438.93	2,364.58
A1B2	2,976.87	2,888.00	2,786.77	2,883.88
A1B3	2,577.81	2,596.69	2,470.00	2,548.17
A1B4	3,673.38	3,800.00	3,736.27	3,736.55
A2B1	1,754.23	1,773.53	1,691.00	1,739.59
A2B2	2,026.94	2,007.65	1,963.39	1,999.33
A2B3	1,963.30	1,836.14	1,944.32	1,914.59
A2B4	3,610.00	3,819.00	3,844.36	3,757.79
A3B1	1,545.43	1,564.30	1,521.07	1,543.60
A3B2	1,627.68	1,678.33	1,646.63	1,650.88
A3B3	1,608.88	1,583.31	1,640.20	1,610.80
A3B4	3,781.00	3,863.34	3,717.59	3,787.31

Cuadro 22.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 5			TRATAMIENTO 6		
	1,414.08			2,068.39			1,449.16			1,173.50			1,271.84		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I. Costos Variables															
Insumos:															
Fertilizantes															
- Urea															
- 20-20-0															
Flete															
Semilla de maíz	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00
Semilla de abonos verdes	50.00	3.79 qq	189.50	50.00	1.41 qq	70.50	50.00	0.84 qq	42.00	150.00	0.21 qq	31.50	50.00	0.08 qq	12.00
Otros (costales, nylon, cuerda, canasto)			143.00			143.00			143.00			143.00			143.00
Mano de obra															
Prep. de la tierra	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00
Siembra del maíz	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Siembra del abono verde	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Limpes	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00
Aplicación de Insumos															
Corte y aplicación del abono verde	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00
Cosecha de maíz (despunte de hoja, tapisca, llenado de bolsa)	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00
Flete del maíz	3.00	16 viajes	48.00	3.00	23 viajes	69.00	3.00	16 viajes	48.00	3.00	13 viajes	39.00	3.00	14 viajes	42.00
SUB TOTAL			2,055.50			1,957.50			1,908.00			1,888.50			1,872.00
II. Costos Fijos															
Alquiler de la tierra	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00
Administración e Imprevistos (15%/C.D.)			308.33			293.62			286.20			283.28			280.80
Interes de capital (8%)			189.11			180.09			175.54			173.74			172.23
SUB TOTAL			1,247.45			1,223.71			1,211.74			1,207.02			1,203.03
COSTO TOTAL			3,302.95			3,181.21			3,119.74			3,095.52			3,075.03

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Continuación

Cuadro 22.A: Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S											
	TRATAMIENTO 7			TRATAMIENTO 9			TRATAMIENTO 10			TRATAMIENTO 11		
	1,263.90			1,079.02			1,158.61			1,151.54		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I. Costos Variables												
Insumos:												
Fertilizantes												
- Urea												
- 20-20-0												
Flete												
Semilla de maíz	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00
Semilla de abonos verdes	150.00	0.05 qq	7.50	2,500.00	0.20 qq	500.00	2,500.00	0.07 qq	175.00	2,500.00	0.04 qq	100.00
Otros (costales, nylon, cuerda, canasto)			143.00			143.00			143.00			143.00
Mano de obra												
Prep. de la tierra	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00
Siembra del maíz	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Siembra del abono verde	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Limpías	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00	15.00	9 jornales	90.00
Aplicación de Insumos												
Corte y aplicación del abono verde	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00	15.00	14 jornales	210.00
Cosecha de maíz (despunte de hoja, tapisca, llenado de bolsa)	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00
Flete del maíz	3.00	14 viajes	42.00	3.00	12 viajes	36.00	3.00	13 viajes	39.00	3.00	13 viajes	39.00
SUB TOTAL			1,867.50			2,354.00			2,032.00			1,957.00
II. Costos Indirectos												
Alquiler de la tierra	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00
Administración e Imprevistos (15%/C.D.)			280.12			353.10			304.80			293.55
Interés de capital (8%)			171.81			216.57			186.94			180.04
SUB TOTAL			1,201.93			1,319.67			1,241.74			1,223.59
COSTO TOTAL			3,069.43			3,673.67			3,273.74			3,180.59

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Cuadro 23.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 5			TRATAMIENTO 6		
	1,414.08			2,068.39			1,449.16			1,173.50			1,271.84		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Maíz de Grano	31.25	60.00	1,875.00	45.71	60.00	2,742.60	32.03	60.00	1,921.80	25.93	60.00	1,555.80	28.11	60.00	1,686.60
Ingreso Bruto			1,875.00			2,742.60			1,921.80			1,555.80			1,686.60
Total de Costos Directos			2,055.50			1,957.50			1,908.00			1,888.50			1,872.00
Total de Costos Indirectos			1,247.43			1,223.71			1,211.74			1,207.02			1,203.02
Costo Total			3,302.93			3,181.21			3,119.74			3,095.52			3,075.02
Ingreso Neto			- 1,427.93			- 438.61			- 1,197.94			- 1,539.72			- 1,388.42
Rentabilidad			- 43.23			- 13.75			- 38.40			- 49.74			- 45.15

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Continuación

Cuadro 23.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la primera época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S											
	TRATAMIENTO 7			TRATAMIENTO 9			TRATAMIENTO 10			TRATAMIENTO 11		
	1,263.90			1,079.02			1,158.61			1,151.54		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Maíz de Grano	27.93	60.00	1,675.80	23.85	60.00	1,431.00	25.61	60.00	1,536.60	25.45	60.00	1,527.00
Ingreso Bruto			1,675.80			1,431.00			1,536.60			1,527.00
Total de Costos Directos			1,867.50			2,354.00			2,032.00			1,957.00
Total de Costos Indirectos			1,201.94			1,319.67			1,241.74			1,223.59
Costo Total			3,069.43			3,673.67			3,273.74			3,180.59
Ingreso Neto			- 1,393.63			- 2,242.67			- 1,737.14			- 1,653.59
Rentabilidad			- 45.40			- 61.05			- 53.06			- 51.99

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Cuadro 24.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4			TRATAMIENTO 5		
	2,364.58			2,883.88			2,548.17			3,736.55			1,739.89		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I. Costos Variables															
Insumos:															
Fertilizantes															
- Urea										100.00	5.44 qq	544.00			
- 20-20-0										90.00	7.50 qq	675.00			
Flete										3.00	7 viajes	21.00			
Semilla de maíz	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00
Semilla de abonos verdes															
Otros (costales, nylon, cuerda, canasto)			143.00			143.00			143.00			143.00			143.00
Mano de obra															
Prep. de la tierra	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00
Siembra del maíz	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Siembra del abono verde															
Limpías	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00
Aplicación de Insumos										15.00	9 jornales	135.00			
Corte y aplicación del abono verde															
Cosecha de maíz (despunte de hoja, tapisca, llenado de bolsa)	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00
Flete del maíz	3.00	26 viajes	78.00	3.00	32 viajes	96.00	3.00	28 viajes	84.00	3.00	41 viajes	123.00	3.00	19 viajes	57.00
SUB TOTAL			1,746.00			1,764.00			1,752.00			3,166.00			1,725.00
II. Costos Fijos															
Alquiler de la tierra	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00
Administración e Imprevistos (15%/C.D.)			261.90			264.60			262.80			474.90			258.75
Interés de capital (8%)			160.63			162.29			161.18			291.27			158.70
SUB TOTAL			1,172.53			1,176.89			1,173.98			1,516.17			1,167.45
COSTO TOTAL			2,918.53			2,940.89			2,925.98			4,682.17			2,892.45

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Continuación

Cuadro 24.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 6			TRATAMIENTO 7			TRATAMIENTO 8			TRATAMIENTO 9			TRATAMIENTO 10		
	1,999.33			1,914.89			3,757.79			1,543.60			1,659.88		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
I. Costos Variables															
Insumos:															
Fertilizantes															
- Urea							100.00	5.44 qq	544.00						
- 20-20-0							90.00	7.50 qq	675.00						
Flete							3.00	7 viajes	21.00						
Semilla de maíz	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00
Semilla de abonos verdes															
Otros (costales, nylon, cuerda, canasto)			143.00			143.00			143.00			143.00			143.00
Mano de obra															
Prep. de la tierra	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00
Siembra del maíz	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Siembra del abono verde															
Limpias	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00
Aplicación de Insumos							15.00	9 jornales	135.00						
Corte y aplicación del abono verde															
Cosecha de maíz (despunte de hoja, tapisca, llenado de bolsa)	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00
Flete del maíz	3.00	22 viajes	66.00	3.00	21 viajes	63.00	3.00	41.5 viajes	124.50	3.00	17 viajes	51.00	3.00	18 viajes	54.00
SUB TOTAL			1,734.00			1,731.00			3,167.50			1,719.00			1,722.00
II. Costos Fijos															
Alquiler de la tierra	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00
Administración e imprevistos (15%/C.D.)			260.10			259.65			475.14			257.85			258.30
Interés de capital (8%)			159.53			159.25			291.47			158.15			158.42
SUB TOTAL			1,169.63			1,168.90			1,516.50			1,166.00			1,166.72
COSTO TOTAL			2,903.63			2,899.90			4,684.10			2,885.00			2,888.72

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad; Z = Sub total.

Continuación

Cuadro 24.A Costos de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS					
	TRATAMIENTO 11			TRATAMIENTO 12		
	1,610.80			3,787.31		
	X	Y	Z	X	Y	Z
I. Costos Variables						
Insumos:						
Fertilizantes						
- Urea				100.00	5.44 qq	544.00
- 20-20-0				90.00	7.50 qq	675.00
Flete				3.00	7 viajes	21.00
Semilla de maíz	500.00	0.50 qq	250.00	500.00	0.50 qq	250.00
Semilla de abonos verdes						
Otros (rostaes, nylon, cuerda, canasto)			143.00			143.00
Mano de obra						
Prep. de la tierra	15.00	23 jornales	345.00	15.00	23 jornales	345.00
Siembra del maíz	15.00	8 jornales	120.00	15.00	8 jornales	120.00
Siembra del abono verde						
Limpias	15.00	18 jornales	270.00	15.00	18 jornales	270.00
Aplicación de Insumos				15.00	9 jornales	135.00
Corte y aplicación del abono verde						
Cosecha de maíz (despunte de hoja, tapisca, llenado de bolsa)	15.00	36 jornales	540.00	15.00	36 jornales	540.00
Flete del maíz	3.00	17.5 viajes	52.50	3.00	42 viajes	126.00
SUB TOTAL			1,720.50			3,169.00
II. Costos Fijos						
Alquiler de la tierra	30.00	25 Cdas.	750.00	30.00	25 Cdas.	750.00
Administración e imprevistos (15%/C.D.)			258.08			475.35
Interés de capital (8%)			158.25			291.55
SUB TOTAL			1,166.33			1,516.90
COSTO TOTAL			2,886.83			4,685.90

REFERENCIA: X = Valor Unitario (Q); Y = Cantidad;

Z = Sub total.

Cuadro 25.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4			TRATAMIENTO 5		
	2,364.58			2,883.88			2,548.17			3,736.55			1,739.59		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Maíz de Grano	52.28	60.00	3,135.60	63.73	60.00	3,823.80	56.31	60.00	3,378.60	82.58	60.00	4,954.80	38.44	60.00	2,306.40
Ingreso Bruto			3,135.60			3,823.80			3,378.60			4,954.80			2,306.40
Total de Costos Variables			1,746.00			1,764.00			1,752.00			3,166.00			1,725.00
Total de Costos Fijos			1,172.53			1,176.88			1,173.98			1,516.17			1,167.45
Costo Total			2,918.53			2,940.88			2,925.98			4,682.17			2,892.45
Ingreso Neto			217.07			882.91			452.62			272.63			-586.05
Rentabilidad (%)			7.44			30.02			15.47			5.82			-20.26

REFERENCIA: X = Valor Unitario (qq); Y = Cantidad (Q); Z = Sub total (Q).

Cuadro 25.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S														
	TRATAMIENTO 6			TRATAMIENTO 7			TRATAMIENTO 8			TRATAMIENTO 9			TRATAMIENTO 10		
	1,999.33			1,914.59			3,757.79			1,543.60			1,650.88		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Maíz de Grano	44.19	60.00	2,651.40	42.31	60.00	2,538.60	83.05	60.00	4,983.00	34.11	60.00	2,046.60	36.48	60.00	2,188.80
Ingreso Bruto			2,651.40			2,538.60			4,983.00			2,046.60			2,188.80
Total de Costos Variables			1,734.00			1,731.00			3,167.58			1,719.00			1,722.00
Total de Costos Fijos			1,169.63			1,168.90			1,516.56			1,166.00			1,166.72
Costo Total			2,903.63			2,899.90			4,684.14			2,885.00			2,888.72
Ingreso Neto			-252.23			-361.30			298.86			-838.40			-699.92
Rentabilidad (%)			-8.69			-12.46			6.38			-29.00			-24.23

REFERENCIA: X = Valor Unitario (qq); Y = Cantidad (Q); Z = Sub total (Q).

Continuación

Cuadro 25.A Costos, Ingreso y Rentabilidad de producción por hectárea de los tratamientos en la segunda época del cultivo de maíz.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS					
	TRATAMIENTO 11			TRATAMIENTO 12		
	1,610.80			3,787.31		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Maíz de Grano	35.60	60.00	2,136.00	83.70	60.00	5,022.00
Ingreso Bruto			2,136.00			5,022.00
Total de Costos Variables			1,720.50			3,169.00
Total de Costos Fijos			1,166.33			1,516.90
Costo Total			2,886.83			4,685.90
Ingreso Neto			-750.83			336.10
Rentabilidad (%)			-26.01			7.17

REFERENCIA: X = Valor Unitario (qq); Y = Cantidad (Q);
Z = Sub total (Q).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

Cuadro 26.A: Resultados y analisis de las muestras de suelo en la primera época del cultivo de maíz.

Tratamientos y Niveles	%		Ug/ml		meq/100ml		%	ppm				%	meq/100gr				%	Textura	
	pH	N	P	K	Ca	Mg	C/N	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.	C.I.C.	Ca	Mg	Na	k		S.B.
T1	6.9	0.29	6.66	198	11.48	1.36	6.84	1.50	3.00	5.00	30.50	3.42	20.80	11.48	1.64	0.34	0.98	68.75	Fco. Arenoso

Fuente: Laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cuadro 27.A: Resultados y analisis de las muestras de suelo en la segunda época del cultivo de maíz.

Tratamientos y Niveles	%		Ug/ml		meq/100ml		%	ppm				%	meq/100gr				%	
	pH	N	P	K	Ca	Mg	C/N	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.	C.I.C.	Ca	Mg	Na	k	S.B.
T1	5.8	0.17	4.39	245	10.60	1.44	12.00	0.50	3.50	2.50	21.50	3.52	20.80	11.22	1.85	0.27	1.15	69.66
T2	5.9	0.22	3.96	195	9.98	1.39	8.86	0.50	4.50	3.00	28.00	3.36	18.72	11.22	1.85	0.28	0.97	76.50
T3	5.8	0.18	3.86	278	10.30	1.49	11.72	0.50	4.00	2.50	28.00	3.63	20.38	12.48	2.06	0.27	1.18	78.46
T5	5.7	0.18	3.96	293	10.29	1.49	11.22	0.50	3.50	3.00	28.50	3.49	19.55	11.22	1.85	0.26	1.20	74.32
T6	5.6	0.21	4.71	225	9.67	1.39	9.71	0.50	3.00	3.00	24.50	3.52	19.97	9.98	1.64	0.26	1.00	64.50
T7	5.6	0.16	5.79	260	10.61	1.54	13.63	0.50	4.00	2.50	28.00	3.76	21.22	11.22	1.85	0.26	1.08	67.91
T9	5.7	0.18	5.46	255	11.23	1.44	10.83	0.50	4.00	2.50	24.50	3.36	20.80	12.48	1.64	0.26	1.08	74.32
T10	5.7	0.21	5.46	275	10.61	1.49	9.62	0.50	3.50	2.50	33.50	3.49	21.22	11.22	1.85	0.26	1.15	68.24
T11	5.6	0.14	6.21	305	11.23	1.49	14.57	1.00	4.50	2.50	30.50	3.52	20.80	11.22	1.64	0.27	1.18	68.79
T4	5.7	0.18	4.29	220	11.23	1.34	10.39	1.00	2.00	4.00	25.50	3.22	20.83	12.22	1.84	0.19	1.05	73.31
T8	5.8	0.21	4.07	252	11.85	1.59	9.62	1.00	3.50	4.00	42.00	3.49	19.96	12.22	1.93	0.18	1.18	77.70
T12	6.0	0.20	4.07	208	12.17	1.54	9.75	1.00	2.50	3.00	32.00	3.36	22.57	12.22	1.81	0.18	1.00	67.93

Fuente: Laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

" EFECTO DE TRES COBERTURAS PARA ABO-
NO VERDE, SOBRE LA PRODUCCION DE MAIZ
(Zea mays L.) ALDEA BUENOS AIRES, SAN-
TA ANA HUISTA, HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

JUAN CARLOS RIOS RECINOS

CARNET:

8913782

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Ing. Agr. Pedro Armira Atz

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

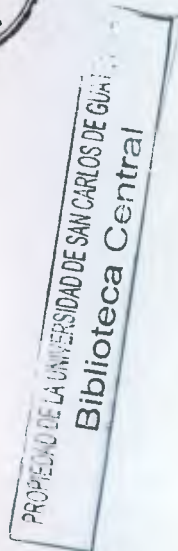
Ing. Agr. ~~Francisco Javier Vásquez Vásquez~~
A S E S O R

Ing. Agr. ~~Maxdelio Herrera~~
A S E S O R

~~Dr. Ariel Abdelramán Ortiz López~~
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Ing. Agr. ~~Walter Estuardo García~~
DECANO EN FUNCIONES



AOL/nm

c.c. Archivo APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

Control Académico TEL/FAX (502) 476-9794

IIA e-mail: liusac.edu.gt & <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>