

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS

TRABAJO DE DIPLOMA:

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES FECHAS DE INCORPORACIÓN DEL
FRIJOL MUNGO (*VIGNA RADIATA*) EN ASOCIO CON MAÍZ (*ZEA MAYS L*)**

Autores : Br. Elías Manolo Bucardo Hernández

Bra. Milagros de los Angeles Mejía Aragón

Asesor: Ing. MSc. Leonardo García

Managua, Nicaragua 1999.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi guía y mi padre

A mi madre Elbia Hernández por su sacrificio y dedicación en todo los momentos de mi vida

A mi hermano Faubricio Bucardo y a sus hijos Jeffrey y Darel

A mis tíos Cristina, Piedad, Lourdes y especialmente y especialmente a mis tíos Mario y Lucas todos ellos Hernández Morales y a todos mis primos.

A mis amigos el Lic. Oscar Lezama, Ing. Tupac Serrano, Ing. Neón Torres, Ing. Manuel Mendieta, a mis amigas Milagros, Carmen, Kenia Marta, Doriana y a todo el personal del INTA B-5 agencia Jinotega.

Elías Manolo Bucardo Hernández

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a todas aquellas personas que han sido base fundamental en mi formación como persona y profesional.

A mis padres Guillermo Agustín y Dora María forjadores de mi vida, a quien les debo lo que soy y seré por siempre.

A mi hija Mariana Daleska Romero Mejía quien me impulsa a ser cada día mejor y dio sentido a mi vida.

A mis hermanas; Lic. Carla y Esmeralda por todo el cariño y amor que les tengo.

A mi esposo por el apoyo recibido durante estos últimos años.

Milagros de los Angeles Mejía Aragón

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por habernos brindado la vida y sabiduría para culminar nuestros estudios.

Nuestro especial agradecimiento al Ing. M.Sc. Leonardo García por habernos brindado su apoyo y asesoramiento.

Al Ing. Elevez Vega por su orientación en los análisis de los resultados.

A don Jaime, Fátima, Iris y María por su amabilidad y ayuda en los momentos de trabajo.

A la profesora Jeaneth Gutiérrez y al profesor Gustavo Valverde por permitimos trabajar en su computadora.

Al Ing. Miguel Ríos por su ayuda en la elaboración de la tesis

Milagros de los Angeles Mejía Aragón Elías Manolo Bucardo Hernández

INDICE GENERAL

Sección	Página
Resumen	i
Summary	ii
Indice de Tablas	iii
Indice de Figuras	iv
Indice de Anexos	v
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Contenido de nutrientes en las plantas	3
3.2 Exigencias nutritivas del maíz	4
3.3 El suelo se puede enriquecer con Nitrógeno de distintas maneras	5
3.4 Papel de las leguminosas	6
3.5 Ventajas de la fertilización Orgánica	6
3.6 Cultivo en asocio	7
3.6.1 Combinación del asocio maíz - frijol abono	8
3.6.2 Beneficios y limitaciones de la asociación maíz - frijol abono	8
3.7 Abonos verdes	10
3.7.1 Selección de la especie	11
3.7.2 Características deseables que deben poseer las plantas que se utilizan como abono verde	12
3.8 Experiencias con otras leguminosas	13
3.8.1 Asocio maíz - mucuna (<i>Stizolobium deeringianum</i>)	13
3.8.2 Asocio maíz - canavalia (<i>canavalia ensiformis</i>)	14
3.8.3 Asocio maíz - cawpea (<i>vigna unguiculata</i>)	14

IV MATERIALES Y METODOS	15
4.1 Localización o ubicación del ensayo	15
4.2 Análisis químico de suelo	16
4.3 Descripción del trabajo experimental	16
4.3.1 Diseño experimental	16
4.3.2 Dimensión del ensayo	16
4.3.3 Descripción de los tratamientos	17
4.4 Manejo agronómico del experimento	17
4.4.1 Preparación del suelo	17
4.4.2 Siembra	17
4.4.3 Incorporación del material vegetativo	
4.4.4 Control de maleza	18
4.4.5 Cosecha	
4.5 Variables a medir	18
4.5.1 En el maíz	18
4.5.1.1 Altura de la planta	18
4.5.1.2 Diámetro del tallo	18
4.5.1.3 Variables del componente rendimiento	19
4.5.1.4 Peso de mil granos	19
4.5.1.5 Rendimiento	19
4.5.2 En el frijol	19
4.5.2.1 Altura	19
4.5.2.2. Nodulación	19
4.5.2.3. Biomasa	20
4.5.2.4 Nitrógeno total en las plantas a la incorporación	20

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Crecimiento y desarrollo	21
5.2 Altura de planta	21
5.3 Diámetro del tallo	23
5.4 Componentes de rendimiento del maíz	25
5.4.1 Longitud de mazorca	25
5.4.2 Diámetro de mazorca	27
5.4.3 Número de hileras por mazorca	29
5.4.4 Número de granos por hilera	31
5.4.5 Peso del grano	33
5.4.6 Rendimiento	35
5.5 Variables evaluadas del frijol mungo (<i>Vigna radiata</i>)	38
5.5.1 Altura	38
5.5.2 Nodulación	39
5.5.3 Biomasa	39
VI CONCLUSIONES	42
VII RECOMENDACIONES	43
VIII BIBLIOGRAFIA	44
IX ANEXOS	49

RESUMEN

Durante la época de postrera de 1998 se estableció un experimento de campo en la estación experimental el plantel, localizada en el Kilometro 42 de la carretera de Tipitapa - Masaya con el propósito de evaluar diferentes fechas de incorporación de la leguminosa *Vigna radiata* como abono verde en asocio con el cultivo del maíz variedad NB-6. El diseño experimental utilizado en el estudio fue un bloque completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones las fechas de incorporación de la leguminosa fueron a los 30, 37, 44 y 51 días después de la siembra del maíz. Los resultados indican que las diferentes fechas de incorporación de la leguminosa produjeron diferencias significativas sobre el rendimiento y el número de hilera por mazorcas determinándose un rendimiento de 3,912 Kg / ha (4.3032 Tm/ha) en el tratamiento tres al cual se le incorporó el abono verde a los 51 días después de la siembra del maíz y rendimientos menores en los demás tratamientos quedando en ultimo lugar el testigo con un rendimiento de 1,420 Kg./ ha con un 64 % menos de rendimiento con respecto al tratamiento tres. Tanto altura como diámetro de planta no presentaron diferencias significativas, sin embargo se pudo observar que hubo influencia de la leguminosa en estas variables ya que obtuvieron índices altos de crecimiento con respecto al testigo, así como también la longitud y diámetro de mazorca, número de granos y el peso de 1000 granos.

SUMMARY

During the post-crop period of 1998 a field experiment was set up in the experimental station El plantel which is the 42 km of Tipitapa – Masaya highway with the purpose to evaluate different dates of incorporation of the leguminous *vigna radiata* as a green manure associated with a corn field whose variety is NB-6. The experiment design used in the study was a completo block with five treatments and three repetitions. The dates of incorporation of the leguminous were 30, 37, 44, and 51 days after the planting of the corn. The outcome indicates that the different dates of incorporation of the leguminous produced significant difference on the yield and the number of corn rows in the cob determining a yield of 3.912 kg/ha (4.3032 t/ha). In the treatment three to which the green manure was incorporated fifty one day later of planting the corn and lower yields in the rest of the treatments leaving in the last place the control treatments with a corn yield of 1.420 kg/ha, with a 64% less of yield with respect treatment three. The height and the diameter of the plant did not represent significant difference, however. It was noticeable that there was some kind of influence of the leguminous in these variables since high indicators of growth were obtained with respect the control treatments, as well as the length and the diameter of the cob, number of corn grains, and the weight of 1,000 grains

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1- Análisis químico de suelo finca El Plantel	16
2- Areas de las parcelas del ensayo	16
3- Fechas de incorporación (Tratamientos)	17
4- Datos del Frijol mungo (<i>Vigna radiata</i>) conforme a cada tratamiento	40

INDICE DE FIGURA

Figura	Pág.
1- Precipitaciones y Temperatura de la zona en estudio (1998)	15
2- Altura del maíz en función de las diferentes fechas de incorporación del frijol Mungo	22
3- Diámetro del tallo del maíz en función de las diferentes fechas de incorporación del frijol mungo	24
4- Longitud de mazorca por cada tratamiento	26
5- Diámetro de mazorca en los diferentes tratamientos	28
6- Numero de hileras por mazorca en los diferentes tratamientos	30
7- Numero de granos por hileras por mazorca en los diferentes tratamientos	32
8- Peso de 1000 granos por cada tratamiento	34
9- Rendimiento en kilogramo por hectárea por cada tratamiento	37
10- Comportamiento de la altura del frijol a las condiciones de temperatura y precipitación	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo No.	Pag .
Tablas de medias y análisis estadístico de la variable altura	50
Tablas de medias y análisis estadístico de la variable diámetro del tallo.	50
Componentes del rendimiento, análisis estadístico por tratamiento.	51

I INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha surgido un gran interés en Centro América y alrededor del mundo por encontrar y emplear tecnologías agrícolas sencillas de bajo costo que estén orientadas al sostenimiento productivo de los ecosistemas y poder asegurar la alimentación de la población con una superficie limitada de tierra y a la vez satisfacer otras necesidades (CIDDICO,1997)

El cultivo de maíz asociado con frijol abono es la práctica agrícola más común de mesoamerica. La cantidad de biomasa y nitrógeno que produce, el ahorro de mano de obra para el control de malezas y el aprovechamiento del terreno recompensa el trabajo adicional para manejar el crecimiento del frijol abono.

En este sentido los cultivos asociados son una alternativa por ser sistemas comunes con mucho éxito en la agricultura tradicional. En nuestro país los experimentos en muchos casos han demostrado que los policultivos producen rendimientos por área más altos que los monocultivos además de reducir el ataque de plagas, enfermedades y malezas (Binder,1997)

Los mayores rendimientos se explican más que todo por el hecho de que los cultivos asociados aprovechan mejor y más completo los factores de crecimiento, tales como luz, agua y nutrientes.

Una de las funciones de estos asociados es la mejora de los rendimientos productivos y económicos además del esfuerzo y mantenimiento de la fertilidad, protección de los suelos y una mayor seguridad y estabilidad del agroecosistema (Binder,1997)

El presente trabajo comprende el estudio de distintas fechas de incorporación de la leguminosa *Vigna radiata* durante el ciclo vegetativo del maíz con el objetivo de evaluar sus efectos como abono verde.

II OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la respuesta del maíz NB-6 a las diferentes fechas de incorporación del frijol Mungo (*Vigna radiata*) en sistemas de asocio, en el ciclo de postrera de 1998 en la Estación Experimental el Plantel del municipio de Zambrano del departamento de Masaya.

Objetivos específicos

- 1- Determinar el aporte de biomasa del frijol mungo.
- 2- Determinar el rendimiento del maíz a los 30, 37, 44 y 51 días de la incorporación del frijol mungo.
- 3- Comparar los rendimientos obtenidos en sus diferentes fechas de incorporación.
- 4- Determinar el efecto de la incorporación del frijol mungo sobre la altura de planta, diámetro del tallo y los componentes del rendimiento.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

El nitrógeno y el agua son los factores limitantes más comunes en la producción agrícola, y el mayor problema al cual se ve enfrentado el agricultor, consiste en suministrar Nitrógeno a las plantas en una forma que lo puedan asimilar, en el momento en que lo necesiten conservando al mismo tiempo suficiente reserva de Nitrógeno del suelo.

3.1 Contenido de nutrientes en las plantas

El nitrógeno así como el fósforo y el potasio, son alimentos principales de las plantas, estos son necesarios para el desarrollo de la misma. Se encuentran en los tejidos meristemáticos o de crecimiento, raíces finas, botones de yemas, hojas, flores y frutos, sin que sea posible una evaluación normal de los vegetales en ausencia del nitrógeno (Cooke, 1981). El nitrógeno representa de uno a cuatro por ciento del peso seco de las plantas, las plantas reciben también nitrógeno del aire indirectamente mediante organismos que desarrollan nódulos en las raíces de las leguminosas.

La gran reserva de nitrógeno del suelo está constituida por la materia orgánica, que se descompone lentamente en amoníaco y nitrato los cuales son inmediatamente utilizables para las plantas (Fassbender, 1986). Dado a las múltiples funciones del manejo del Nitrógeno es importante en todas las fases de la agricultura por diferentes razones, puede influenciar en la rentabilidad y/o la calidad del cultivo producido, pero también el exceso de Nitrógeno tiene el potencial de contaminar la tabla de agua.

3.2 Exigencias nutritivas del maíz

La extracción de nutrientes por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilización. Para eso es necesario tomar en cuenta las demandas o extracción de nutrientes por el cultivo en cuestión, el contenido de nutrientes en el suelo, considerando además la eficiencia del fertilizante o fuente de nitrógeno (Cooke, 1981).

Para su normal desarrollo y crecimiento la planta de maíz necesita de muchos elementos nutritivos, entre estos existen 16 a 17 de mayor importancia. Con mucha frecuencia los suelos agrícolas tienen escasez de los denominados elementos nutritivos principales especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, por ello no puede esperarse un crecimiento normal de la planta de maíz a menos que se incorporen estos elementos nutritivos (INPOFOS, 1988).

El maíz responde a aplicaciones de nitrógeno en el 96 % de los casos principalmente en cantidades que oscilan entre 77 y 98 kilogramos por hectárea (2.5 – 3.5 qq/mz) de urea (FAO, 1984b).

El maíz absorbe el Nitrógeno lentamente en las primeras etapas del crecimiento pero la tasa de absorción aumenta rápidamente en un máximo antes y después de la inflorescencia, cuando puede ser de más de cuatro kilogramos por hectárea diarios.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados se programa mejor de acuerdo con este patrón de absorción para evitar pérdidas graves por volatilización o lixiviación y para garantizar que los niveles de nitrógeno en el suelo sean elevados cuando la necesidad del cultivo es también elevada (FAO, 1984a).

Según Somarriba (1997) el maíz consume mas nitrógeno que ningún otro elemento nutritivo proveniente del suelo, en el aire por encima de cada hectárea existen unas 30 ton de nitrógeno pero el maíz no puede asimilarlo. El nitrógeno como elemento proviene de muchas fuentes,

pero nunca se mantiene donde se le coloca. El nitrógeno es indispensable para estimular el desarrollo vegetativo, la calidad del grano además lo necesita la planta durante toda la época del crecimiento.

Un suministro adecuado de nitrógeno produce hojas de color verde oscuro, con motivo de una alta concentración de clorofila. La deficiencia del nitrógeno no es fácil de detectar en las etapas tempranas de crecimiento y los síntomas severos rara vez aparecen antes que la planta haya llegado a la rodilla.

Cuando hay escasez de nitrógeno se produce un amarillamiento de las hojas que contrastan con el verde inmenso de las plantas saludables. La planta presenta una clorosis por una disminución de la producción de clorofila. Este amarillamiento comienza primero en las hojas mas viejas, luego se muestran en las hojas más jóvenes, a medida que la deficiencia se hace severa.

3.3 El suelo puede enriquecerse con nitrógeno de distintas maneras

Agregando materia orgánica (residuos de cosecha, estiércol, cadáveres de animales y desperdicios)

- Agregando fertilizantes nitrogenados (nitratos, amoniacos y urea)
- Por medio de la fijación no biológica de nitrógeno (tormentas, suministran al suelo entre 10 – 15 kg de nitrógeno por hectárea al año), y principalmente por la fijación biológica (fijadores libres tales como *Azotobacter* y fijadores simbióticos que se relacionan con otras plantas y en particular con las leguminosas).

3.4 Papel de las leguminosas

Es necesario saber en qué forma las leguminosas aportan su nitrógeno al suelo para poder utilizarlas adecuadamente en el requerimiento del suelo o como cultivo asociado. Un cultivo de leguminosas fija a menudo entre 200 y 300 kg de nitrógeno por hectárea y a veces mas, sin embargo esto ocurre solo cuando el cultivo es floreciente y el suelo naturalmente pobre en nitrógeno (FAO, 1985).

El nitrógeno regresa al suelo por medio de los residuos de las cosechas que quedan en el campo, pero en la maduración las partes aéreas de las plantas pierden gran cantidad de su Nitrógeno en alimentar el grano que se ha de cosechar (FAO, 1985).

El abono orgánico estimula especialmente la microbiología del suelo. Eso es la causa del efecto biostático por la vida microbiológica abundante y diversa, las plaga y enfermedades no pueden desarrollarse tan factiblemente (biodiversidad)(Geert & Vega, 1992).

Las leguminosas son ecológicamente y económicamente plantas importantes, son mejoradoras del suelo y proliferan el nitrógeno del suelo sin costo alguno ya que capturan el Nitrógeno del aire por medio de la simbiosis con la bacteria *Rhizobium* (Michaelis & Vanegas ,1986).

3.5 Ventajas de la fertilización Orgánica

- 1- Los fertilizantes Orgánicos contienen muy pequeñas cantidades, o casi nada de sales solubles en el suelo y podrian aplicarse en dosis muy altas sin riesgo de dañar a las plantas, como sucederia si se aplicaran fertilizantes inorgánicos que proporcionan las cantidades equivalentes de nutrientes.

2- El nitrógeno y el fósforo no son solubles en agua, a medida que el fertilizante se transforma en el suelo estos nutrientes se liberan lentamente de manera que puedan ser utilizados por las plantas, conforme estas lo van necesitando.

Este proceso también protege a los nutrientes de los efectos del lavado del suelo (Cooke, 1981)

Es importante el estudio de la eficiencia de uso de fertilizantes porque el interés es obtener los rendimientos más altos posibles con la misma aplicación de fertilizantes (Labrador, 1996)

3.6 Cultivos en Asocio

Se define como la siembra de dos o más cultivos en el mismo tiempo y bajo las mismas condiciones, a nivel mundial el policultivo es una técnica tradicional entre los pequeños agricultores que tienen su origen en una agricultura de supervivencia dirigida al máximo aprovechamiento del espacio agrícola. Los cultivos asociados al igual que otras tecnologías tradicionales no son estáticas, son el resultado acumulativo de muchos años de experiencia y procesos de selección para producir mejores resultados utilizando los recursos disponibles.

El asocio crea una base genética más diversa, que sirve para reducir los efectos negativos de las sequías, ataque de insectos y enfermedades. Desde el punto de vista la práctica de asociar cultivos es una imitación de la naturaleza por el hecho de aumentar la diversidad ya que al multiplicar el número de cultivos sobre la misma superficie se diversifica la fauna y la flora que acompaña a dichos cultivos (Binder, 1997).

3.6.1 Combinación de cultivos maíz - frijol abono

Para que un asocio de cultivos sea exitoso se deben combinar plantas con diferentes características tales:

- Hábito: Erecto - Rastrero
- Raíces: Pivotantes
- Ciclo : Largo - Corto
- Luz : Plantas exigentes y no exigentes

Al integrar una leguminosa en un policultivo los demás cultivos se aprovechan poco del nitrógeno fijado por estas ya que la mayor parte de este será aprovechado por el cultivo siguiente y no por las que crecen al mismo tiempo. Las leguminosas, gracias a su capacidad de obtener gran parte del nitrógeno necesario para su desarrollo a partir de la fijación de la atmósfera, refuerzan la mayor disponibilidad del nitrógeno del suelo al cultivo asociado (Binder,1997).

Los efectos positivos de las leguminosas de cobertura son mas evidentes cuando peores son las condiciones físicas del suelo. Además del aumento del rendimiento los costos de control de hierbas invasoras disminuyen hasta en un 40% gracias al uso de una leguminosa de cobertura.

3.6.2 Beneficios y limitaciones de la asociación maíz - frijol abono

Según Binder (1997) al asociar maíz con una leguminosa de cobertura es probable que se mantenga o disminuya el rendimiento del maíz en el primer año, produciéndose su recuperación y aumento a partir del segundo año en un 35-100 %, debido a los cambios ambientales en la humedad del suelo, densidades de hierbas invasoras, etc. que genera la leguminosa y que favorecen el desarrollo y la producción de maíz.

Los efectos positivos de la leguminosa de cobertura son más evidentes cuando peores son las condiciones físicas y químicas del suelo. Además del aumento de rendimiento los costos del control de hierbas invasoras disminuyen hasta en un 40 % gracias al uso de una leguminosa de cobertura. Otra ventaja de una asociación bien seleccionada consiste en la mayor eficiencia en el uso del agua del suelo, debido al mantenimiento adecuado del nivel de humedad del suelo. Durante periodos prolongados de sequía las plantas de maíz sembradas en monocultivos muestran los efectos de esta por falta de agua, como hojas marchitas enrolladas mucho más rápidamente y en mayor grado que aquellos cultivos en asociación con leguminosas rastreras y sembrada en baja densidades, que proporcionan una buena cobertura al suelo.

Este efecto se nota en aquellos suelos francos y arcillosos. Las leguminosas de cobertura minimizan el estrés de dos maneras: al haber previamente limitado el crecimiento de hierbas invasoras, hay menos competencia por la humedad disponible, además se provoca siempre un rocío que cubre la tierra a primeras horas de la mañana; las hojas de las leguminosas recogen esta humedad previniendo que se evapore rápidamente.

La cobertura mantiene la temperatura del suelo hasta 10° C más bajas. De esta manera los microorganismos y la materia orgánica del suelo son preservados cuando año con año se utiliza una leguminosa de cobertura, el sostenimiento del rendimiento de maíz a través de los años se logra sin la aplicación de fertilizantes químicos, mientras que en un sistema tecnificado de producción de maíz la tendencia es aplicar mayores dosis de fertilizantes químicos para mantener los rendimientos. Por último, tanto la hoja como la semilla de cobertura son un excelente forraje.

Un inconveniente de la asociación maíz frijol abono consiste en que a veces el maíz en su última etapa se acama, debido al rápido crecimiento de la leguminosa de cobertura sin embargo esto no provoca pudrición de las mazorcas ya que las mismas guías de las leguminosas sostienen los tallos del maíz de modo que no toquen el suelo. En suelos fértiles con un desarrollo excesivo del frijol abono se pueden hacer podas para controlarlo.

Durante la cosecha pueden quedar mazorcas escondidas dentro del follaje de las leguminosas y la tapisca es más lenta. Esto puede corregirse adelantando la cosecha cuando hay poca vegetación retrasándola hasta que la leguminosa haya botado sus hojas.

Las leguminosas además de ser un buen controlador de las malas hierbas ayudan a mejorar la vida microbiológica del suelo. Esto significa que tendría más insectos, hongos y microbios benéficos en su campo, disminuyendo así la población de plagas que causan daños y pérdidas económicas (CIDDICO, 1997).

3.7 Abonos verdes

Son aquellas plantas que se siembran para mejorar la fertilidad del suelo, incorporándose antes de la floración. Es un recurso de bajo costo que se puede producir en la finca para aumentar la producción de cosecha de granos básicos, sin aumentar los costos.

Este se cultiva con el propósito específico de mejorar el suelo y a menudo se escogen las leguminosas por su capacidad de fijar nitrógeno, controlar la erosión causada por el agua y el viento, además de aumentar la materia orgánica del suelo (Soule, 1987).

Los abonos verdes están constituidos por la masa verde de las plantas, la cual se entierra en el suelo con el fin de enriquecerlo de sustancias nutritivas principalmente de nitrógeno y de mejorar su régimen de agua, aireación y temperatura (Morales, 1996).

Como abonos verdes se utilizan principalmente las leguminosas las cuales gracias a su simbiosis con las bacterias nodulares, asimilan el nitrógeno y enriquecen con él la tierra.

Las plantas utilizadas como abonos verdes se pueden desarrollar durante todo el período vegetativo, así como en calidad de barbecho y de cultivos intermedios.

Un buen abono verde debe proporcionar de 20 a 50 toneladas por hectárea de biomasa con un contenido de materia seca de 10 a 15%. Al incorporar este material al suelo, los resultados que se esperan dependerán de las condiciones climáticas de la región y del grado de erosión que presente el suelo (Morales, 1996).

3.7.1 Selección de la especie

Las leguminosa de ciclos largos producen poca biomasa en la siembra asociada en parcelas donde se hagan dos siembras al año, ya que antes de la siembra del cultivo de postrera, la leguminosa debe cortarse. Por ello, las leguminosas de ciclo largo se adaptan mejor a parcelas con un solo cultivo sembrado en primera, lo cual le permite seguir creciendo durante postrera.

Para uso como abono verde, el mungo se incorpora desde el periodo de floración completa hasta la formación de vainas (45 – 50 días), pero no se pierde el nitrógeno aportado cuando la incorporación se hace después de la cosecha de vainas verdes o de las primeras vainas secas. Se cosecha desde los sesenta días (Geert & Vega, 1992).

Bajo dos cultivos seguidos el asocio maíz - mungo tienden ha resultar mejor, debido al rápido crecimiento y ciclo corto de esta especie, por esto no cumple completamente la función de abono verde, por que la mayor parte del nitrógeno fijado se transfiere a las semillas las cuales son cosechadas, sin embargo, la gran ventaja de esta asociación es el suministro inmediato de nitrógeno al maíz ya en el ciclo de primera, por la pronta descomposición de hojas caídas y rastrojo de las leguminosas.

Las leguminosas de ciclo largo se siembran de 2 a 4 semillas por metro lineal, en el mismo surco o entre los surcos del cultivo principal. Las especies de ciclos cortos se siembran de 6 a 10 semillas por metro lineal.

3.7.2 Características deseables que deben poseer las plantas que se utilizan como abono verde

- Debe enriquecer el suelo con nutrientes.
- Producción de muchas hojas y pocos tallos para lograr una rápida descomposición después de la incorporación.
- Se debe incorporar al suelo en condiciones suculentas es decir verdes.
- Tiene que mantener un desarrollo foliar vigoroso, con el fin de incorporar una mayor cantidad de materia verde al suelo. De forma general debe alcanzar un buen desarrollo al iniciarse la floración para que pueda contribuir con buenos volúmenes de materia orgánica por hectárea en los suelos que se tratan de beneficiar.

Los abonos se utilizan como medios para mejorar las características físico-químico de los suelos, los que presentan un campo de investigación amplio para ofrecerlos como alternativas a los productores en caso que sean de beneficio y económicamente accesibles (Aguilera & Cortéz, 1987).

La ventaja a corto plazo de los cultivos asociados consiste en producción de cosecha mayores y más seguro, sobre todo al combinarse leguminosa con no leguminosa (Trenbath, 1974).

Frecuentemente se observa un mejor aprovechamiento de la luz, al sembrar los cultivos en doble surco en vez de surcos sencillos (CIAT, 1980)

El maíz se beneficia del nitrógeno fijado por la leguminosa el cual supuestamente ya estaba mineralizado durante la fase de desarrollo de los granos de maíz. Durante esta fase el maíz tiene una alta demanda de nitrógeno, ya que hasta el 85% del peso seco del grano pueden producirse en las últimas 4 ó 5 semanas del ciclo (Berger, 1975).

Los beneficios y costos previstos del cultivo intercalado varía entre el primero y los siguientes años de empleo, en el primer año las mejoras de las propiedades del suelo son menos evidente por que no se ha incorporado el mantillo del frijol abono del ciclo anterior, a partir del segundo año se pueden esperar mejoras del suelo que llevarán aumentos perceptibles del rendimiento (Zea, 1992).

3.8 Experiencias con otras leguminosas

3.8.1 Asocio maíz – mucuna (*Stizòlobium deeringianum*)

Algunos estudios sobre el asocio simultáneo de mucuna con maíz reportan un efecto reductor en el rendimiento de maíz. La introducción de mucuna como abono verde requiere la identificación de la mejor época y densidad de siembra al asociarla con maíz. Es debido a que la mucuna demanda para su óptimo crecimiento y desarrollo de abundantes lluvias durante los primeros meses después de la siembra.

En los resultados obtenidos de la siembra de la mucuna en asocio con maíz no se reporta ningún efecto significativo sobre el rendimiento del maíz, pero a bajas densidades de siembra de la leguminosa no reduce el rendimiento del maíz.

En el ámbito económico resulta costoso el asocio de maíz con leguminosa mucuna al compararla con el testigo maíz en monocultivo, sin embargo por tratarse de una tecnología que mostrará sus bondades a mediano plazo, es de esperar tanto el aporte de nutrientes así como su efecto sobre las propiedades físicas del suelo y la población de malezas reducirá los gastos en preparación del suelo y aplicación de fertilizantes químicos (Gordon, 1992)

3.8.2 Asocio maíz con canavalia (*Canavalia ensiformis*)

Los análisis hechos en este sistema de asocio muestran el efecto negativo del asocio sobre el rendimiento, en monocultivo era menor mientras más tarda la fecha del asocio o el nivel de competencia en comparación con el monocultivo. El efecto negativo del asocio sobre el monocultivo se explica por su combinación en un menor número de plantas, mazorcas y un menor tamaño de estas, la siembra simultánea de la canavalia en surcos continuos es el tratamiento que más reduce los rendimientos, mientras que la siembra en surcos alternos puede ser una alternativa mejor ya que reduce poco el rendimiento y aporta más materia seca.

En cuanto a la producción de biomasa de la canavalia es mayor mientras más temprana se siembra la canavalia.

3.8.3 Asocio maíz – Cawpea (*Vigna unguiculata*)

Estudios realizados por Zea (1990) informan que el frijol *Vigna* y la canavalia ensiformis constituyeron en uno de los socios con las mejores posibilidades para aspectos como control de malezas y cobertura del suelo, para una mayor protección contra la erosión y especialmente la *Vigna* por su aptitud para consumo humano, ciclo corto, tolerancia a la sombra y su habito no trepador. Gordon (1992) indica que no existe competencia entre ambas especies.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización o ubicación del ensayo

Este estudio consistió en un experimento de campo realizado durante la época de postrera (julio - octubre) de 1998 en la hacienda experimental El Plantel, ubicada en el km 42 de la carretera Tipitapa - Masaya, en el municipio de Zambrano del departamento de Masaya.

La finca se ubica a 12°06'30" latitud norte, y 86°02'46" longitud oeste a una altitud de 98-110 msnm. El lugar cuenta con una temperatura promedio anual de 28 °C , una precipitación promedio anual de 1100 mm y una humedad relativa del 70 %.

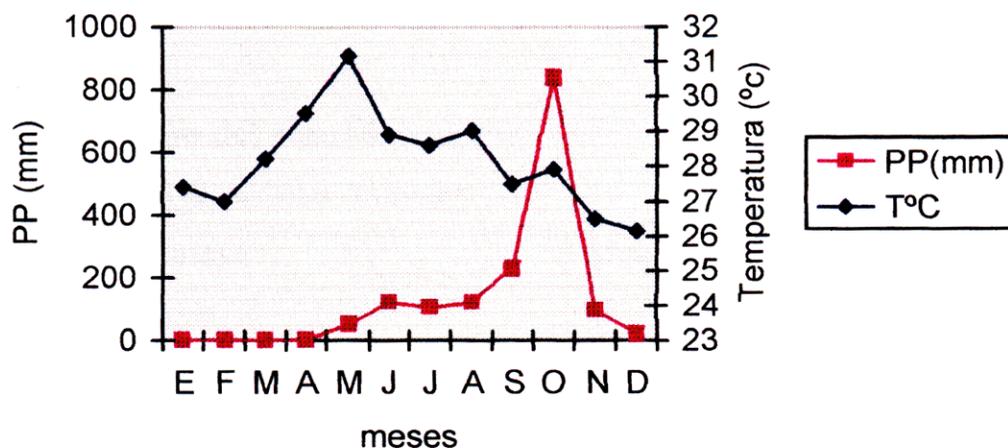


Figura 1. Precipitaciones y temperatura de la zona en estudio (1998)

Fuente INET ER

4.2 Análisis químico de suelo

Tabla 1. Análisis químico de suelo Finca El Plantel

pH H ₂ O	% M.O	N	Ppm	Meq/100 gr.	
			P	K	CIC
6.0	3.81	0.14	16.71	1.85	38.1

4.3 Descripción del trabajo experimental

4.3.1 Diseño experimental

El ensayo se realizó con un diseño de bloques completamente al azar (B.C.A.) con cinco tratamientos y tres repeticiones. La parcela experimental (P.E) constituida por ocho surcos de 10 m de longitud, separados cada uno a 0.9 m y la parcela útil constituida por seis surcos de 10 m de longitud separados a 0.9 m, con un área total de 1,305 m²

4.3.2 Dimensión del ensayo

Tabla 2. Áreas en las parcelas del ensayo

Dimensión del Ensayo	Area en m ²
Area de cada parcela	63
Area de la parcela útil	45
Area inutilizado	360
Area total	1,305

4.3.3 Descripción de los tratamientos

Tabla 3. Fechas de incorporación (tratamientos)

TRATAMIENTO.	FECHAS DE INCORPORACION
1	30 dds*
2	37 dds
3	44 dds
4	51 dds
5	TESTIGO

*Días después de siembra del maíz

En todos los casos el abono verde tenía 30 días de edad.

4.4 Manejo agronómico del experimento

4.4.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en sistema de labranza mínima después de su debida limpia manual, para evitar la compactación del suelo o alguna influencia con sustancias químicas.

4.4.2 Siembra

Se realizó manualmente para todos los tratamientos, para el establecimiento del cultivo se utilizó la variedad de maíz NB-6 de ciclo intermedio (110 días de madurez fisiológica) por su potencial de rendimiento y su tolerancia al achaparramiento, es de grano semidentado de

color blanco, se depositaron tres semillas por golpe con una distancia de siembra de 0.9 m entre surco y 0.3 m entre planta, esto es el caso del maíz; Para el frijol abono utilizado fue el frijol mungo (*Vigna radiata*), por su rápido desarrollo vegetativo y su rápida descomposición; la siembra se realizó a chorrillo en los espacios entre los surcos de maíz, sembrándose en intervalos de 7 días de modo que para su incorporación se encontrara en su etapa de floración (30 días).

4.4.3 Incorporación del material vegetativo

Se realizó haciendo uso del azadón, cuando las plantas de frijol mungo tenían 30 días de edad, se picaron y posteriormente se incorporaron al suelo.

4.4.4 Control de malezas

No se realizó ningún control de malezas, como antes se mencionaba no hubo relación con ningún tipo de sustancias químicas.

4.4.5 Cosecha

Se efectuó manual a los 110 días de haber concluido el ciclo del cultivo, posteriormente se ajustó el grano cosechado a la humedad de almacenamiento, es decir, al 14 %

4.5 Variables a medir

4.5.1 En el maíz

Altura de la planta La altura de la planta se midió en metros desde la superficie del suelo hasta la hoja bandera realizando cuatro lecturas a los 62, 67, 72, y 77 días de establecido el cultivo

Diámetro del tallo Conforme a la medición de la altura se midió en el diámetro del tallo en la parte media de la planta y se realizó la medición en milímetros.

Variables del componente rendimiento para las variables largo de mazorca y diámetro de la mazorca se tomaron cinco mazorcas al azar y se midió el largo y el diámetro en centímetros de estas. Para las variables número de hileras por mazorcas y número de granos por hilera de las mazorcas antes mencionadas se hizo el conteo de las hileras y de número de granos respectivamente.

Peso de mil granos Del total de granos de la muestra por cada parcela se tomó mil granos y se dispuso a medir su peso en gramos.

Rendimiento El total de granos obtenidos se ajustó al 14 % de humedad y se pesó en kg/ha.

4.5.2 En el frijol

Altura La altura del frijol se midió en el momento de la incorporación, se tomaron diez plantas al azar y se tomó su altura en centímetros desde la base del tallo hasta la última hoja.

Nodulación: Posterior a la medición de altura se procedió a hacer el conteo de nódulos activos a las diez plantas seleccionadas.

Biomasa Las diez plantas seleccionadas por cada parcela se le tomó el peso fresco, después se secaron al horno a una temperatura de 75 °C por un lapso de 72 horas para determinar su peso seco.

Nitrógeno total en las plantas a la incorporación De las diez plantas seleccionadas por cada parcela después que se determinó el peso se trituraron y se llevó al Laboratorio de Suelos y Aguas para realizarles el análisis químico y determinar el porcentaje de nitrógeno que estas tenían.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Crecimiento y Desarrollo

Durante el desarrollo vegetativo de la planta de maíz se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo. Se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso.

5.2 Altura de planta

La altura de la planta, es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento y está determinado por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado del grano. Además, está fuertemente influenciado por condiciones ambientales como: temperatura, humedad y cantidad de luz (Cuadra, 1988).

En el análisis estadístico y de varianza realizado para esta variable no presentó diferencia significativa. (Ver anexo1). Esto no quiere decir que la incorporación no influyó sobre esta variable, ya que se observó un aumento de altura a medida que se desarrolla (ver figura 2), la cual indica que el tratamiento tres presenta las mayores alturas en las diferentes fechas de incorporación. La planta de frijol mungo no solo actúa al ser incorporada como es notable en la figura 2 en donde se demuestra que el frijol mungo va haciendo efecto desde su establecimiento ya que en los tratamientos donde aun no se les había incorporado material se nota un aumento de tamaño, esto quiere decir que el frijol mungo aporta en pequeñas cantidades nitrógeno al cultivo establecido el cual este aprovecha y lo ocupa durante su desarrollo.

La influencia de la incorporación se observó al darse la mayor altura de planta en el tratamiento tres. Esto puede deberse a que la planta requiere de pequeñas cantidades de nutrientes en sus primeros días de crecimiento y a medida que va creciendo demanda más

nutrientes entre ellos el nitrógeno. Según INPOFOS (1988) indica que en la fase de crecimiento es donde el maíz absorbe hasta un 43 % de sus requerimientos de nitrógeno.

Ensayos realizados por el INTA (1996) municipio de León, con otras variedades de Vignas (Cawpea, Pronto alivio, etc.) demuestran que existe diferencia significativa para esta variable (altura de planta) pero al alcanzar los 70 días se nota una tendencia negativa debido a la competencia de esta con el cultivo, ya que no se hizo ninguna incorporación lo que indica que para obtener efectos positivos es necesario la incorporación de la leguminosa, de modo que esta actúe benéficamente liberando nitrógeno y este sea absorbido por el cultivo establecido (maíz)

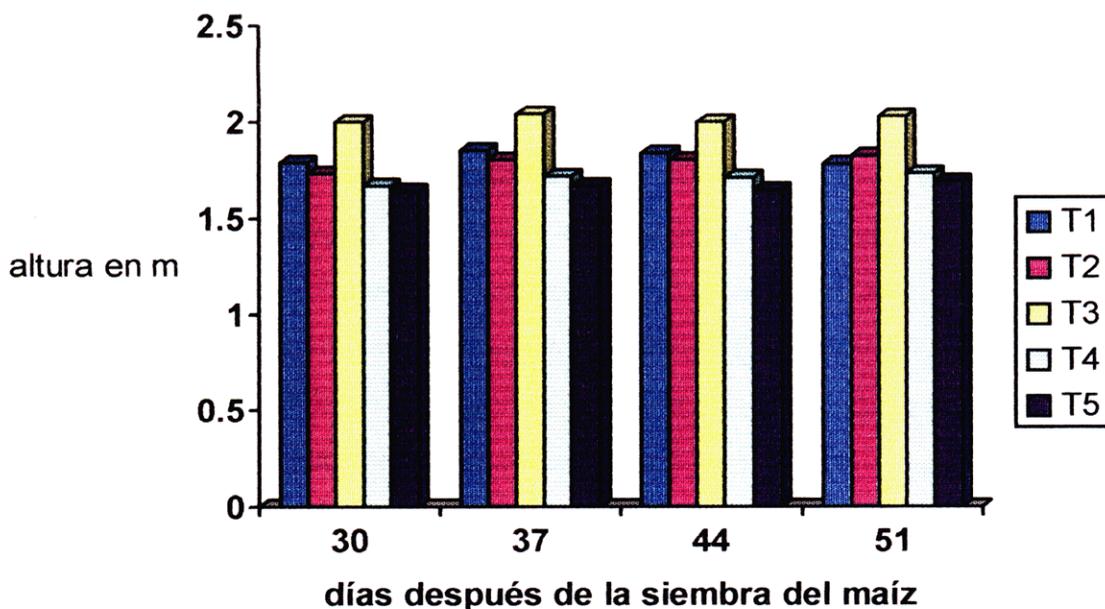


Figura 2 Altura del maíz en función de las diferentes fechas de incorporación del frijol mungo.

5.3 Diámetro del tallo

Es una característica importante en el cultivo del maíz, esta se puede ver afectada por altas densidades de siembra y la competencia por luz lo que provoca elongación del tallo y reducción del grosor de los mismos favoreciendo el acame de las plantas (Alvarado & Centeno,1994).

El análisis estadístico y de varianza realizado para esta variable no se encontró diferencia significativa, coincidiendo con trabajos realizados por el INTA (1996) con otras Vignas quienes demostraron que esta variable está influenciada por la densidad de siembra así como también por la competencia con la leguminosa, al no tener ninguna competencia se obtendrían mayores diámetros de la planta de maíz, esta aprovechara mejor los recursos nutritivos del suelo durante el desarrollo vegetativo.

Sin embargo, en los resultados obtenidos en la mayoría de los tratamientos con *Vigna radiata* se obtuvieron mayores diámetros a diferencia del tratamiento testigo. A pesar de la diferencia los diámetros obtenidos se mantienen en el rango establecidos para la variedad NB-6 es decir 1.5 – 2.5 cm, según estudios anteriores (Somarriba,1997) lo cual nos indica que las plantas no sufrieron de deficiencias de nutrientes que pudiera incidir en el diámetro del tallo, a razón de aumentar el tiempo después de siembra se nota en los tratamientos un leve aumento del diámetro, de parte del tratamiento tres, lo cual indica que la planta de maíz después de su fase vegetativa asimiló nitrógeno habiendo una diferencia del 17 % de crecimiento entre el mayor y menor diámetro alcanzado (Ver figura 3.).

El asocio se nota desde el establecimiento (observar la figura 3) en los primeros 30 días después de la siembra del maíz. Se observa un aumento de diámetro de los tallos donde aun no se ha incorporado la leguminosa como en los tratamientos 2, 3 y 4. Es notorio que a la siguiente semana (37 dds) el material que ya estaba incorporado surge efecto al aumentar en mayor diámetro en el tratamiento 1. En las semanas subsiguientes el aumento del diámetro sigue la tendencia de los 37 dds del maíz.

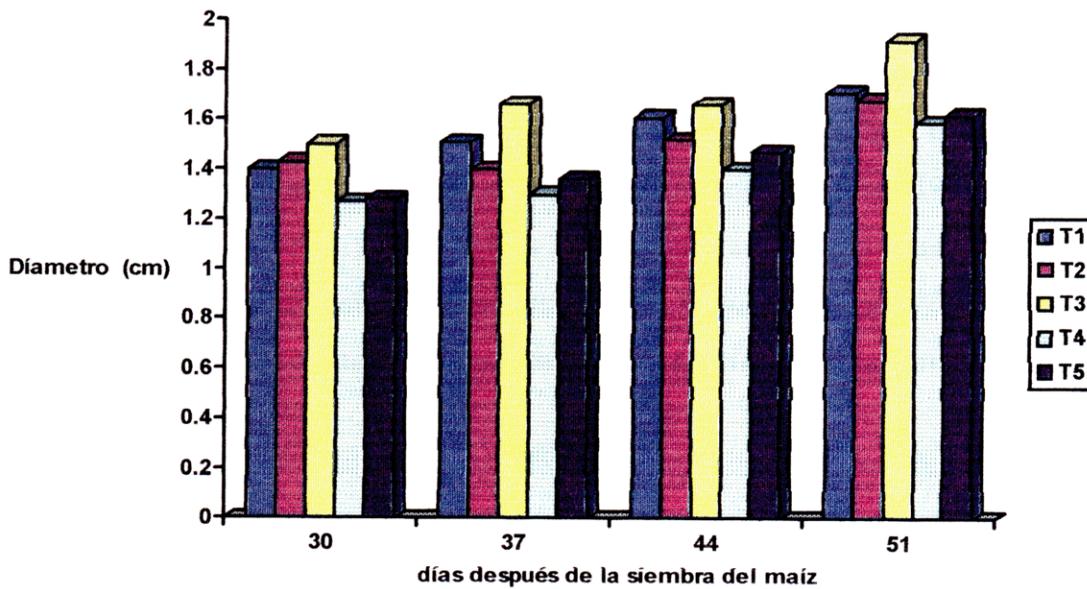


Figura 3. Diámetro del tallo del maíz en función de las diferentes fechas de incorporación del frijol Mungo.

5.4 COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL MAIZ

5.4.1 Longitud de mazorca

La longitud de mazorca es uno de los componentes más importantes en el rendimiento del maíz, está influenciado por las condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz viento etc.) y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Reyes,1990).

La importancia radica en que tiene relación directa en la obtención del máximo rendimiento, debido a que a mayor longitud de mazorca mayor rendimiento de granos por hilera, por lo tanto, mayor rendimiento en granos (Centeno & Castro, 1993).

El análisis estadístico y de varianza realizado para esta variable no mostró diferencia significativa, pero esta variable se vio influenciada por la incorporación de la leguminosa, esto se puede deber a que en el momento de la formación de mazorca se encontraban ya presentes en el suelo las cantidades suficientes de nitrógeno lo que incidió en el normal crecimiento de la longitud de mazorca, coincidiendo con Cuadra (1988) quien concluye que no existen diferencias significativas para esta variable ya que esta variable está influenciada por condiciones ambientales (clima y suelo) y nutrientes principalmente nitrógeno, debido a que a medida que aumenta la fertilización la longitud de la mazorca aumenta.

El tratamiento que alcanzó las mayores longitudes fue el tratamiento tres con una media de 14.24 cm correspondiente a una fecha de incorporación de 44 días después de la siembra del maíz, seguido por los tratamientos 4,1,2 y 5 con medias de 14.02, 13.81, 12.27 y 11.71 cm de longitud, respectivamente, habiendo diferencia de 17 % en los tratamientos de mayor y menor longitud (ver figura 4).

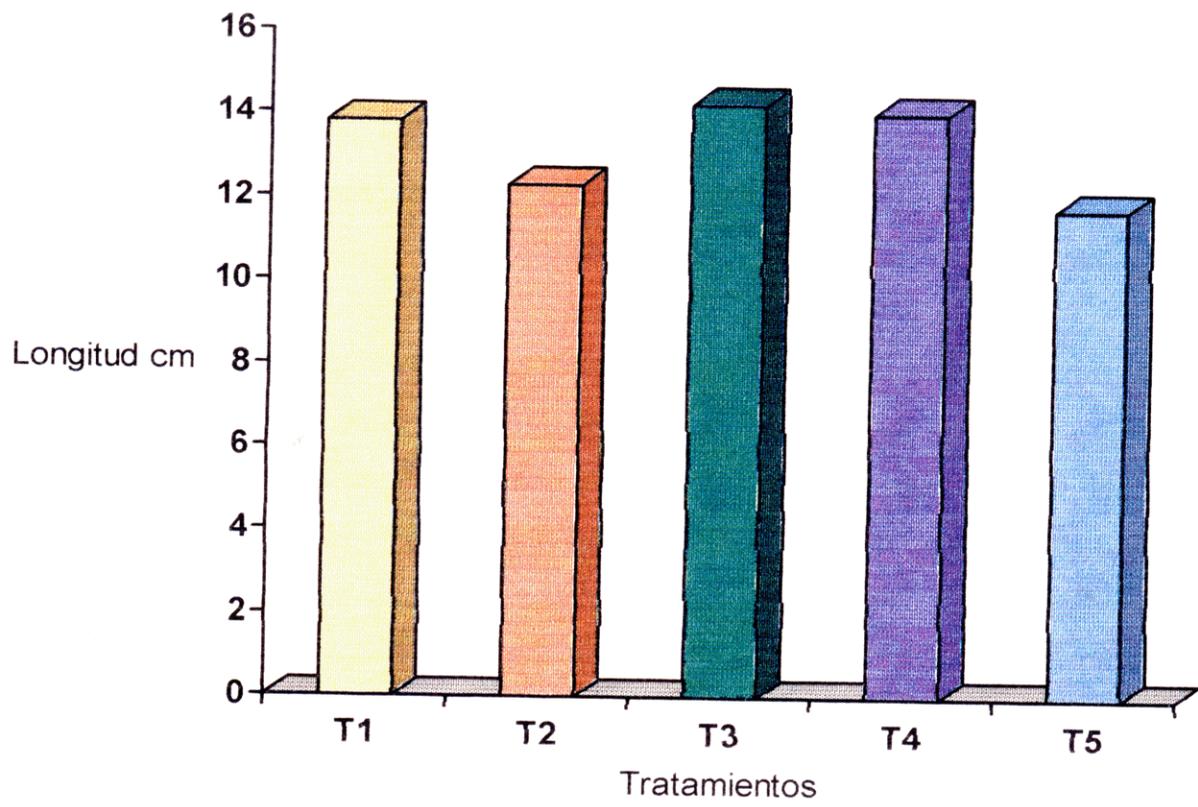


Figura 4. Longitud de mazorca por cada tratamiento.

5.4.2 Diámetro de mazorca

Este es un parámetro fundamental para medir el rendimiento y está relacionado con la longitud de la mazorca (Saldaña & Calero, 1991).

El diámetro de la mazorca forma parte de la fase reproductiva de las plantas en la que se requiere una eficiente actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si estas condiciones son adversas afectará el tamaño de la mazorca en formación, por consiguiente, se obtendrá menor diámetro de mazorca que al final repercutirá en el bajo rendimiento.

El diámetro de mazorca no presentó diferencia significativa, sin embargo, los tratamientos tres y cuatro presentaron los mayores promedios de diámetro (ver figura 5) con 4.48 y 4.36 cm respectivamente, pudiendo observarse que el asocio reduce ligeramente el diámetro de mazorca en el tratamiento uno y dos. Esto se pudo deber a la baja absorción de agua y nutrientes debido a la competencia que ejerció la leguminosa en el momento que se desarrollaba el maíz y el frijol al mismo tiempo. Cabe señalar que en el momento de la incorporación hubo poca humedad lo que pudo haber afectado el suministro de nitrógeno. El tratamiento testigo alcanzó mayor diámetro que los tratamientos uno y dos debido a que este no se vio afectado por la competencia del frijol mungo. Trabajos realizados en el INTA (1996) demuestran que la incorporación se tiene que hacer antes que comience la canícula de lo contrario surgirá una competencia tenaz, afectando en gran escala el rendimiento del maíz.

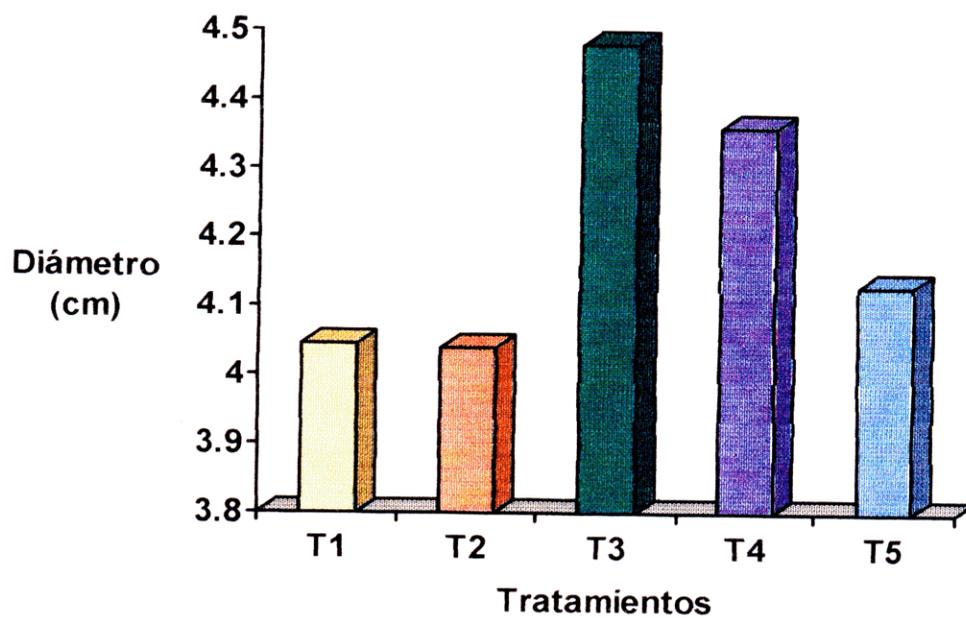


Figura 5 Diámetro de mazorca en los diferentes tratamientos.

5.4.3 Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca está en dependencia del diámetro de la mazorca, variedad y sobre todo de un buen suministro de nitrógeno con lo que aumentará la masa relativa de la mazorca aumentando el número de hileras por mazorca (Centeno & Castro, 1993).

El análisis de varianza para esta variable presenta diferencia significativa. Esto se debió más que todo a la disponibilidad del nitrógeno al momento de días a flor de la planta de maíz variedad NB-6. Según el MAG (1994) indica que los días a flor para esta variedad es a los 56 dds coincidiendo con la incorporación y descomposición del material verde, es decir, 44 días a la incorporación y 10 días de descomposición suman 54 días, teniendo 2 días para la absorción del nitrógeno.

Del nitrógeno depende el contenido de proteína del grano y lógicamente influye en el rendimiento, coincidiendo con Ustimenko (1980), quien plantea que una nutrición normal de nitrógeno aumenta la masa general de la planta y la masa relativa de la mazorca aumentando el número de hileras, por que la planta aprovecha de forma eficaz todos los nutrientes (ver figura 6). El tratamiento dos está en segundo lugar en obtener número de hileras por mazorcas, este tratamiento corresponde a una fecha de incorporación de 44 días después de la siembra del maíz lo cual nos indica una menor absorción de nitrógeno, o utilización de este para otras funciones de la planta y una menor escala para el llenado del grano.

En los demás tratamientos se observa que el nitrógeno no influyó en el número de granos por hilera. Tal evidencia es que tanto los tratamientos 1 y 4 tienen índices similares al testigo que no tiene ninguna incorporación de leguminosa. La falta de respuesta se debe a una incorporación demasiado temprana o demasiado tarde del material de modo que la planta de maíz no lo utilizó o lo ocupó para otras funciones.

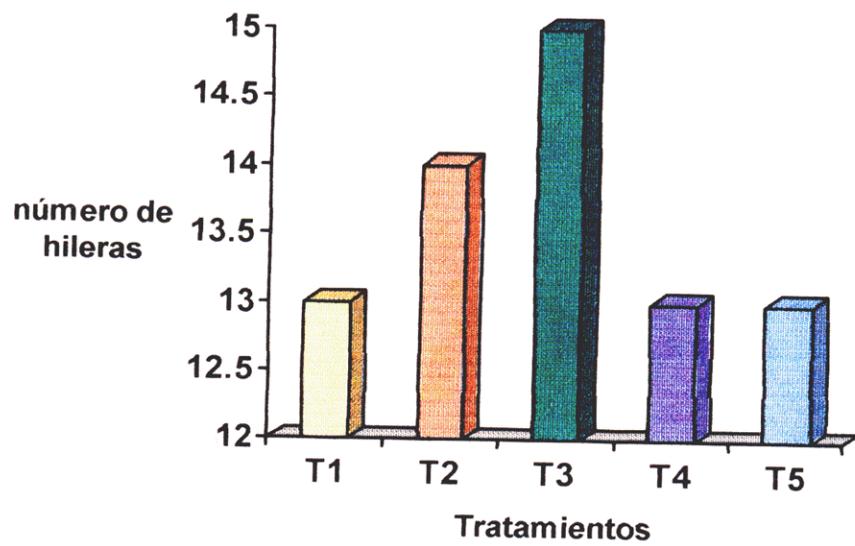


Figura 6. Número de hileras por mazorca en los diferentes tratamientos.

5.4.4 Número de granos por hilera

En el cultivo del maíz el número de granos por hilera está influenciado por el suministro de nutrientes esenciales (Lemcoff & Loomis, 1986).

Reyes (1990), afirma que el número de granos por hilera al igual que el número, longitud y peso de la mazorca son elementos correlativos del rendimiento.

El análisis estadístico y de varianza realizado para esta variable no presentó diferencia significativa pero cabe señalar que los tratamientos con leguminosa presentan mayor número de granos por hilera que el testigo.

En el número de granos por hileras se observó que este está influenciado por el largo de la mazorca a mayor longitud más granos (ver figura 4), coincidiendo con Jungenhiermer (1990) quien determinó que el número de granos por hilera esta relacionado con la longitud y el número de hileras por mazorca y con Centeno & Castro (1993) quienes afirman que a mayor longitud mayor numero de granos por hileras por lo tanto mayor rendimiento. El tratamiento que presentó mayor promedio de granos por hileras fue el tratamiento tres (31 hileras) (ver figura 7) esto se ve influenciado por las condiciones y suministro de nitrógeno que la planta necesita durante la fase de crecimiento.

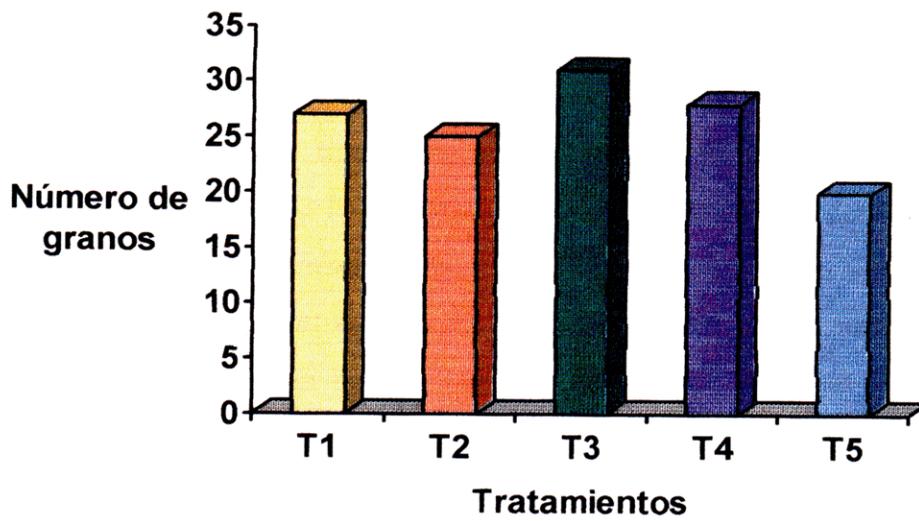


Figura 7. Número de granos por hilera para cada tratamiento.

5.4.5 Peso del grano

El peso de 1000 granos es una característica controlada por un gran número de factores genéticos y ambientales (Verneti, 1993).

El análisis de varianza demuestra que no hay diferencia significativa, pero cabe señalar que el tratamiento tres obtuvo el mayor peso (ver figura 8) que los otros tratamientos, esto se debió que el cultivo aprovecha al máximo el nitrógeno fijado por el frijol mungo, sin embargo con los otros tratamientos no lo asimilaron adecuadamente, en el caso del tratamiento uno debido a la utilización de nutrientes para el desarrollo vegetativo, y en el caso del testigo, a no dársele ningún tipo de fertilización; es de notarse un aumento de peso a medida que se aproxima la fecha en que la planta más necesita de nutrientes para el llenado del grano y una disminución de peso a medida que la planta ya absorbió los nutrientes necesarios para el llenado de estos. Esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano en la etapa reproductiva lo que trae consigo aumentar la calidad de estos y por consiguiente obtener buenos rendimientos (Zapata & Orozco, 1991).

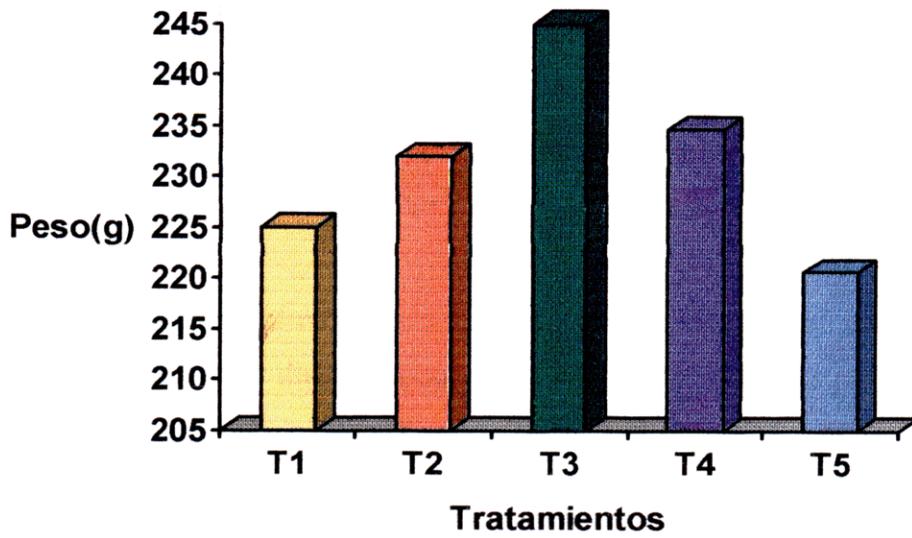


Figura 8. Peso de 1000 granos por cada tratamiento.

5.4.6 Rendimiento

El rendimiento es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos y ambientales que se relacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea (Compton, 1985).

Es de notarse que el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el número III obteniendo diferencia significativa al someterse esta variable al análisis estadístico, la prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un nivel de significancia $\alpha = 5 \%$, indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en cuatro categorías estadísticas diferentes (ver anexo 3).

El tratamiento III obtuvo mayor rendimiento debido a una adecuada incorporación (44 dds) ya que a los 10 días de incorporado el abono verde se puede encontrar los nitratos y amonio que es la forma de como absorbe el nitrógeno las plantas, sumando el tiempo de incorporación con el tiempo de descomposición nos da un resultado de 54 días que esta disponible el Nitrógeno para las plantas, tiempo en que comienza la fase días a floración para la variedad NB-6, lo que repercute en un buen rendimiento (Fisher & Palmer, 1984). Si un cultivo de una leguminosa anual crece al mismo tiempo que otro cultivo, la leguminosa puede suministrar una pequeña parte del nitrógeno fijado a la planta vecina (INTA, 1996)

En el caso del tratamiento I que fue una fecha de incorporación a los 30 días más diez días de descomposición su alto rendimiento se pudo haber debido a que a los 40 días comienza la fase reproductiva nutriéndose así de las cantidades adecuadas de nitrógeno coincidiendo con Somarriba(1997) quien afirma que las mayores necesidades de nitrógeno son a las dos semanas antes de la aparición de la espiga, hasta aproximadamente después de la misma. La fase reproductiva determina la formación de mazorca y por lo tanto el número de granos por mazorca (Bolaños & Edmeades, 1993).

Con respecto al tratamiento II la disminución en el rendimiento pudo estar afectada por el retardo en la disponibilidad del nitrógeno al inicio de determinada fase reproductiva ya que a los 37 días de incorporación después de la siembra del maíz más diez días de descomposición del material incorporado suman 47 días, lo cual faltaría 9 días para complementar los días a floración para el maíz NB-6. En este periodo el nitrógeno que estuvo disponible en formas de amonio y nitratos se pudo ver afectado por factores como la inmovilización, de modo que no pudo ser completamente asimilado por el maíz.

Esto no quiere decir que no hubo absorción, prueba de ello es el bajo rendimiento del testigo al cual no se le dio ninguna incorporación y por ende no se había asociado con ninguna leguminosa.

Es notable que el tratamiento III, el cual obtuvo el máximo rendimiento de 4.3032 ton/ha (60.6 qq/mz) está en rango del potencial genético establecido por el MAG (1994) el cual afirma que el rendimiento establecido para la variedad NB-6 se encuentra entre el rango de 60-70 qq/mz.

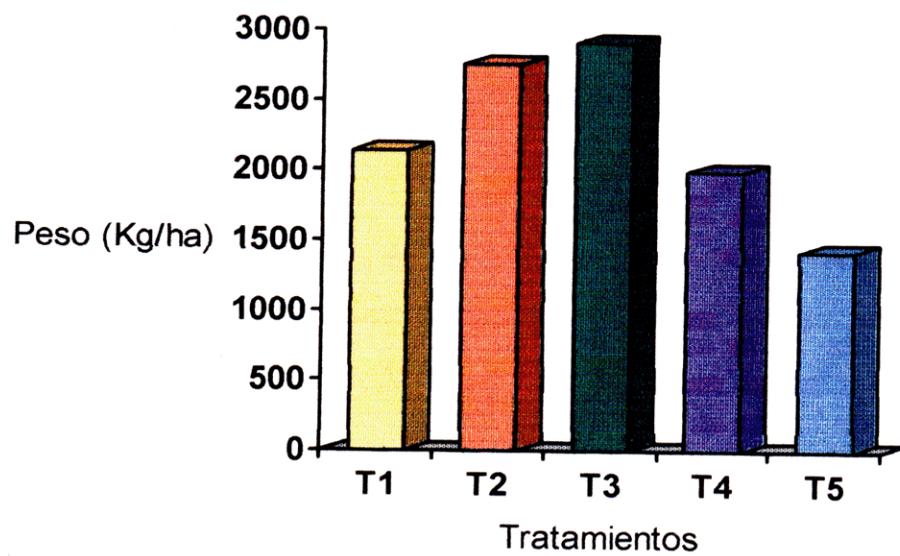


Figura 9. Rendimiento del maíz en kilogramos por hectárea por cada tratamiento.

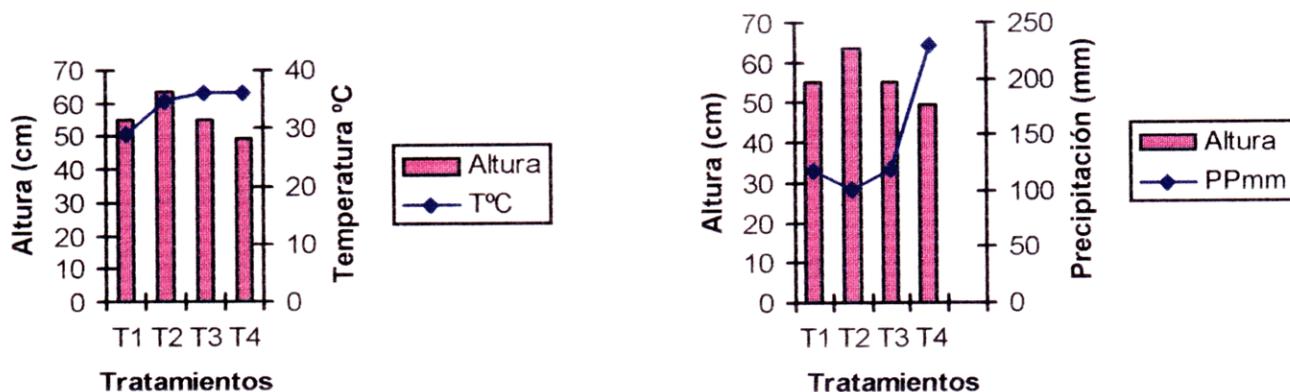
5.5 Variables evaluadas de frijol mungo (*vigna radiata*)

5.5.1 Altura

Las leguminosas se utilizan comúnmente como abonos verdes porque aumentan las reservas de nitrógeno del suelo. Sin embargo, solo se desarrollarán de forma adecuada y fijarán nitrógeno suficiente, si el suelo contiene una reserva adecuada de calcio fosfatos y potasio (Arzola, et al., 1981).

Generalmente los abonos verdes de rápido crecimiento compiten con el cultivo establecido por luz y nutrientes en su primera etapa de su desarrollo, ya que lo requiere para su crecimiento fisiológico (Binder, 1997).

El análisis estadístico y de varianza no mostró diferencia significativa para esta variable, sin embargo, la altura del frijol puede estar influenciada por las condiciones ambientales al momento de su desarrollo tales como precipitación y temperatura (ver figura 10).



a)

b)

Figura 10. Comportamiento de la altura del frijol a las condiciones de temperatura (a) y precipitación (b).

5.5.2 Nodulación

La nodulación de las leguminosas es un fenómeno frecuente; sin embargo, existen especies que no pueden ser infectadas por el rhizobium y por lo tanto no fijan el nitrógeno; los rhizobium están generalmente presentes en el suelo y se multiplican en la rizósfera de la planta cuando germina la semilla, muy pronto estos rhizobium penetran a la raíz de las plantas, las células de las plantas hospederas se multiplican y hacen que los rhizobium también se multipliquen en cada una de las células hijas por último aparece un nódulo (simbiosis) (FAO, 1985)

Al realizar el análisis estadístico y de varianza esta variable no presentó diferencia significativa, pero se pudo observar que el tratamiento III obtuvo mayor número de nódulos seguido por los tratamientos II, III, IV. Esto pudo influir en un aumento del rendimiento en este tratamiento al tener mayor cantidad de nitrógeno disponible para su desarrollo al realizarse la incorporación y al haber la liberación de este, en el caso del tratamiento I se presentó un menor número de nódulos pero hay un mayor rendimiento del maíz lo cual se pudo haber debido a una liberación de nitrógeno en las cantidades adecuadas que pudiera haber favorecido a la planta de maíz aumentando por ende su desarrollo y rendimiento.

En el tratamiento II se observa la superioridad de formación de nódulos que el tratamiento I y IV, pero no hay el máximo aprovechamiento de este por el cultivo al presentar un rendimiento inferior (ver Tabla 4).

5.5.3 Biomasa

La biomasa es el resultado del peso seco, que se puede obtener a partir de una población de plantas . Está relacionada con el crecimiento y desarrollo de las especies (Blandón & Pohlen,1992).

Generalmente los abonos verdes se incorporan en la etapa de floración, momento en el cual el cultivo tiene la mayor cantidad de materia verde, la riqueza nutritiva de los tejidos es mejor, además durante esa etapa las plantas alcanzan su máximo desarrollo y tienen un alto contenido de agua, que facilita una rápida descomposición (Morales, 1996).

Se observa en la tabla 4 el tratamiento I, obtuvo mayor biomasa (590 g) esto se debió a que el maíz y el frijol no compitieron por luz ya que estos crecieron juntos y a la hora del establecimiento hubo suficiente agua para su desarrollo, mientras el tratamiento IV presentó menor biomasa (363 g). Esto se debió a que el frijol mungo se desarrolló con falta de agua al darse un corto período seco y además al hecho que la sombra por el maíz después de los 21 días de siembra es mucho mayor, formando un ambiente de poca luminosidad disponible para que el frijol mungo la intercepte. La mayor incorporación de biomasa en el tratamiento I, pudo repercutir en alto índice en las variables evaluadas anteriormente; tal es el caso del diámetro, de tallo y algunos componentes de rendimiento.

Tabla 4. Datos del frijol mungo (*Vigna radiata*) conforme cada tratamiento.

Trat	Altura cm	Nódulo	Nitrógeno %	Nitrógeno Kg/tn ms.	Peso húmedo g	Peso seco g	Peso Húmedo Ton/ha	Peso seco Ton/ha	Humedad %
1	55.13	14	2.44	24.4	590	250	15.73	6.6	42.37
2	63.53	16	2.47	24.7	459	180	12.24	4.8	51.85
3	55.23	17	2.33	23.3	405	210	10.8	5.6	39.21
4	49.40	9	2.95	29.5	363	150	9.68	4.0	41.32

En la tabla 4 se puede observar también, que en el tratamiento III aunque no presenta el mayor peso de biomasa fue el que tuvo el mayor índice de nodulación; aunque se puede observar que también presenta el menor porcentaje de nitrógeno, pero su aporte se hizo efectivo al ser incorporado en la etapa en que el cultivo de maíz demandaba más nitrógeno para obtener un mayor rendimiento.

En los demás tratamientos aunque presentan altos porcentajes de nitrógeno, no indican que su aporte de nitrógeno haya sido efectivo por diversas razones tales como que el cultivo del maíz no estaba en la etapa de mayor necesidad cuando se incorporó, o por razones edafoclimáticas, según Muzilli (1983) plantea que al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de mineralización, por lo tanto hay mayor formación de nitrito, el cual es perdido a altas temperaturas por volatilización, una de las principales causas de la pérdida de nitrógeno.

En cuanto al aporte de biomasa es notorio deducir los índices altos de rendimiento en el maíz debido al alto aporte de biomasa en este tratamiento.

VI CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones en que se desarrolló el experimento se puede concluir que:

- 1- Existe respuesta del maíz NB-6 a la incorporación del frijol mungo, pero está en dependencia de la fecha de incorporación.
- 2- La mejor fecha para incorporar el abono verde corresponde a los cuarenta y cuatro días después de la siembra del maíz.
- 3- El aporte de biomasa del frijol mungo se ve influenciado altamente por las condiciones climáticas de la zona (temperatura y precipitación)
- 4- No se presentó diferencia significativa a la incorporación del frijol abono (*Vigna radiata*) en el crecimiento de la planta, altura de planta, diámetro del tallo, sin embargo, presentan los mayores índices de crecimiento.
- 5- No se presentó diferencia significativa en algunos componentes del rendimiento (diámetro, largo de mazorca, número de grano por hileras y peso de mil granos) pero tanto en el número de hilera por mazorcas y rendimientos se obtuvo diferencias significativas con un nivel de significancia de 5% separando dichas variables en 3 y 4 categorías respectivamente.

VII RECOMENDACIONES

1-Hacer incorporación de la leguminosa a los 45-50 días de edad del maíz para que este lo utilice para la fase del llenado de granos; lo cual se logra sembrando la leguminosa a los catorce días después de la siembra del maíz

2-Evaluar la incorporación del frijol mungo en otras épocas de siembra del maíz para comparar los aportes de nitrógeno con la época evaluada.

3-Realizar análisis financiero para determinar rentabilidad para los productores.

4-Ser cuidadoso con la fecha de incorporación del frijol mungo ya que tiende a competir con el cultivo por nutrientes debido a su rápido crecimiento.

5-Hacer evaluación con otras leguminosas de rápido crecimiento para comparar aportes de Nitrógeno.

VII BIBLIOGRAFIA

Aguilera, M & Cortés. 1987; Efecto de diferentes dosis de abonos orgánicos en el cultivo habichuela (*Phaseolus vulgaris L*) Trabajo de tesis. 42 pag.

Alvarado, F, R & A.C. Centeno. 1994. Efecto de labranza rotación y control de malez sobre cultivo de maíz y sorgo, Managua Nicaragua. 100 pag.

Arzola, P, Herrera, F. & Machado, A. 1981. Suelo planta y abonado, Editorial Pueblo y educación, La Habana, Cuba. pag 447.

Berger , J. 1975. Maíz su producción y abonamiento; Editorial Científico Técnico; La Habana Cuba; pag 204

Binder, U. 1997; Manual de leguminosas de Nicaragua, Tomo II Editorial Taller Gráfico de los Monjes Agustinos, Sta. Cruz, Estelí; 528 pag.

Blandón & Pohlen. 1992. Influencia de rotación de cultivos oleaginosos a la estructura dinámica de las malezas en la Región II, Nicaragua; Primer Simposio Internacional de Sanidad Vegetal, con énfasis en la reducción de químicos UNA, Managua, Nicaragua.

Bolaños, J & Edmeades.1993. Síntesis de resultados experimentales del programa regional del maíz (PRM). Volumen IV. Guatemala. pag 283.

Compton, L.P. 1985. La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras, Aspectos Agronómicos, INISOKMI, CIMMIT, México D.F, pag 37

Centro Internacional sobre Cultivos de Cobertura (CIDDICO)1997; Experiencia sobre cultivos de cobertura y abonos verdes; Editorial López; Tegucigalpa Honduras; 131 pag.

Centeno, J & Castro, B. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo de los cultivos de maíz (*Zea mays* L) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Trabajo de Diploma. pag 67.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1980; Metodología para obtener semilla de buena calidad; Cali, Colombia; pag 198.

Cooke, E. W. 1981. Fertilizantes y sus usos; Editorial C.E.C.S.A; México 86 pag.

Cuadra, M. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno espaciamento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz variedad NB-6 Instituto de Ciencia Agropecuarias. Managua, Nicaragua. pag 28.

Geert, V. & Vega, E. 1992. La materia orgánica en el suelo y la aplicación de abonos orgánicos. Documento para capacitación folleto número 14 pag 26

Gordon, R. 1992. Respuesta del maíz a la aplicación de fertilizante dosis de nitrógeno en rotación con mucuna y canavalia bajo dos tipos de labranza. Programa regional del maíz para Centroamérica y el Caribe, pag 106

Fassbender, H.W. 1986. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina IICA; San José, Costa Rica; 230 pag.

Fisher, K & Palmer. 1984. Tropical maize. New York. pag 213.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1996. Informe técnico anual; Managua, Nicaragua pag 145

Instituto de la Potasa y el Fosforo(INPOFOS). 1988. Informaciones agronómicas vol. 1 Número 3, Querétaro, México. pag 17.

Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER). 1998. Informe anual metereológico; Managua Nicaragua.

Jungenhiermer, R.M. 1990. Variedad mejoradas de maíz, 228 pag.

Labrador, J.M. 1996. La materia orgánica de los agroecosistemas; Madrid, España; 174 pag.

Lemcoff, J.M. & Loomis, R. S. 1986. Nitrógeno influencias on yield determination on maize crop science;vol 26; 36 pag.

Michaelis, G. & Vanegas, O. 1986. Leguminosas forrageras de Nicaragua.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1994. Variedades e híbridos recomendados en los cultivos de granos básicos, oleaginosas, forrajeras, café y hortícolas; Managua, Nicaragua, pag 24.

Morales, J. 1996 Conservación de suelos y aguas, Tomo II; Managua Nicaragua; 346 pag.

Muzilli, O. 1983 Influencia de plantío directo, comparado con convencional, sobre la fertilidad da camada a rôvel do solo. R. Bras. Ci. Solo, campinas, Sao Paulo pag 95-102

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
1984^a. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizante; Roma Italia; 66 pag.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
1984^b. Uso de los fertilizantes para los cereales; Roma Italia, 32 pag.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
1985, Manual técnico de la fijación simbiótica del nitrógeno, Roma, Italia, pag 107.

Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo AGT; Editorial México D.F. Tercera Edición; 460 pag.

Saldaña, F. & Calero, M. 1991. Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz, sorgo y pepino. Tesis de Ing Agrónomo UNA, Managua, Nicaragua.

Somarriba, R. C. 1997. Texto de granos básicos; UNA, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal; pag 195

Soule, M. J. 1987. Evaluación campesina del frijol de abono empleado como abono verde en Veracruz, México; Documento de NRG 97-02 México, D.F. 24 pag

Trenbath, B. B 1974 Biomass productivity in mixtures advan, in Agron. pag 26

Ustimenko, G.V 1980 El cultivo de plantas tropicales y subtropicales; Edición MIR, Moscú, pag 429.

Verneti, A.H. 1983. Genética y Mejoramiento, Funcao Cargil, Brasil, Vol II

Zapata, M. & Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de maleza, crecimiento y rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) var. Revolución 81 en el ciclo de postrera (1989); Tesis de Ingeniero Agrónomo U.N.A, Managua, Nicaragua. 48 pag.

Zea, J. L. 1992. Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en nueve localidades de Centro América; Guatemala, Guatemala; CIMMYT Regional; Maíz program. Pag 103

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de medias y análisis estadístico de la variable altura (cm)

Tratamiento	62	67	72	77
1	1.798	1.850	1.846	1.786
2	1.733	1.802	1.809	1.827
3	2.001	2.047	2.000	2.033
4	1.674	1.728	1.718	1.732
5	1.640	1.672	1.653	1.690
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
C.V. %	10.14	7.76	8.87	7.09

Anexo 2 Tabla de medias y análisis estadístico de la variable diámetro del tallo (mm)

Tratamiento	62	67	72	77
1	1.406	1.513	1.613	1.713
2	1.430	1.406	1.520	1.686
3	1.500	1.660	1.660	1.920
4	1.270	1.300	1.400	1.590
5	1.280	1.360	1.470	1.620
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
C.V. %	12.14	11.15	11.06	9.65

Anexo 3 Componentes del rendimiento análisis estadístico por tratamiento.

Tratamient.	Lonmaz (cm.)	Diammz (cm.)	No. de hilera	No. de granos	Peso de 1000 gran	Rendimie. (Kg/ha)
1	13.81	4.04	13b	26.66	225	2138bc
2	12.27	4.04	14ab	25.33	232	2765b
3	14.24	4.48	14.66a	30.66	245	3912a
4	14.02	4.36	13.33ab	28.33	234.66	1999bc
5	11.71	4.13	13.33ab	19.66	220.66	1420c
ANDEVA	NS	NS	*	NS	NS	*
C.V %	11.98	5.90	3.53	16.21		16.35