



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS Y
NIVELES DE RASTROJO (MANTILLO) Y DIFERENTES
DOSIS DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DEL MAIZ
(*Zea mays* L.) Var. NB - 12**

AUTORES:

**Br. JULIO ANTONIO GALO MAYORGA
Br. CARLOS MANUEL FLORES VALDIVIA**

ASESORES:

**Ing. MSc. VICTOR AGUILAR
Ing. MSc. ARIEL ESPINOZA SALINAS**

MANAGUA, NICARAGUA - 1998

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS Y
NIVELES DE RASTROJO (MANTILLO) Y DIFERENTES
DOSIS DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DEL MAIZ
(*Zea mays* L.) Var. NB - 12**

AUTORES:

**Br. JULIO ANTONIO GALO MAYORGA
Br. CARLOS MANUEL FLORES VALDIVIA**

ASESORES:

**Ing. MSc. VICTOR AGUILAR
Ing. MSc. ARIEL ESPINOZA SALINAS**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito parcial para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo con orientación en producción vegetal**

MANAGUA, NICARAGUA - 1998

DEDICATORIA

En este día cuando cosecho el fruto de lo que hace unos años sembré cuando ingresé a ésta Universidad, quiero darle gracias primeramente, a **Dios** por haberme hecho llegar a este día lleno de sabiduría, luego a las personas que hicieron posible mi estancia durante estos años en la Universidad.

A mi madre: **JULIA MARITZA MAYORGA TORREZ**, por haberme apoyado en todo momento, por sus años de esfuerzos y sacrificio para que no me faltara nada, por el gran esmero que tuvo para mí formación.

A mi padre: **RAMÓN GALO SAENZ** (q. e. p. d.) por haber hecho de mí el hombre de bien que hoy soy.

A mi abuela: **SARA C. TORREZ BALDIZON**, (q. e. p. d.) por su apoyo y sus sabios consejos que siempre me brindó en todo momento de mi carrera, por su preocupación y esfuerzo que como abuela tuvo, a la alegría que hoy hubiese compartido conmigo.

A mi tía: **BERTHA TORREZ BALDIZON**, por el tiempo dedicado a cuidarme del bien y del mal, por todo el sacrificio incondicional que para conmigo tuvo.

A mi abuelo: **JULIO CESAR MAYORGA HERNANDEZ**, por el tiempo y su amor brindado.

A mis hermanos: **ANA LUCIA** y **EDUARDO**, por el sacrificio que para ellos significó mi formación Universitaria.

Y un reconocimiento muy especial a la Sra. **VERONICA ROCA**.

A todos ellos, sinceramente **Muchas Gracias**

Julio Antonio Galo Mayorga

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas por haberme dado fe, paciencia y conocimientos para alcanzar mis metas.

De manera muy especial a mi madre: **ANA JACOBA VALDIVIA HENRIQUEZ**, por sus sacrificios, apoyo y amor maternal desmedido.

A mi padre: **LUIS MANUEL FLORES MOYA**, por su comprensión y trabajo.

A mis hermanos:

- **DENIS EMILIO FLORES VALDIVIA**
- **YADER MARIANO FLORES VALDIVIA**
- **MARIA EULALIA FLORES VALDIVIA**
- **ALMA NIDIA FLORES VALDIVIA**

A mis abuelos:

EULALIA HENRIQUEZ LEYTON (q. e. p. d.)
PEDRO FLORES CORTES (q. e. p. d.)

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para la realización del presente trabajo.

Carlos Manuel Flores Valdivia

AGRADECIMIENTOS

Para la finalización del presente trabajo agradecemos a la Universidad Nacional Agraria (UNA), por los conocimientos que adquirimos en ella, a la Escuela de Producción Vegetal por brindarnos el apoyo material para la ejecución de dicho trabajo. De igual manera agradecemos la colaboración prestada por el Programa de Suelos y Agua del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria por el apoyo técnico prestado para la realización de dicho trabajo.

Además nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Nuestros asesores el Ing. MSc. **VICTOR AGUILAR BUSTAMANTE** por parte de la **UNA** y el Ing. MSc. **ARIEL ESPINOZA SALINAS** por parte del **CNIA/INTA** por su apoyo incondicional durante la realización del trabajo.

A las Srias : **YELBA FUENTES (CNIA)**
CAROLINA PADILLA (UNA)

A la biblioteca de la Escuela de Producción Vegetal por la información brindada.

Al personal de campo del **CNIA/INTA** por su ayuda suministrada.

Julio Antonio Galo Mayorga
Carlos Manuel Flores Valdivia

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	5
2.1 Descripción del lugar del experimento	5
2.2 Procedimiento experimental	6
2.3 Manejo Agronómico del ensayo	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1 Proceso de descomposición del rastrojo	13
3.1.1 Combinación Maíz + Sorgo	14
3.1.2 Cannavalia	15
3.1.3 Combinación Maíz + Sorgo + Cannavalia	15
3.2 Relación carbono/nitrógeno	17
3.3 Aporte de nitrógeno por los rastrojos	20
3.4 Índice de suficiencia de nitrógeno	21
3.5 Relación del rendimiento con la suficiencia de nitrógeno	25
3.6 Crecimiento y desarrollo	26
3.6.1 Altura de planta	26
3.6.2 Altura de inserción de mazorca	27

Continúa

SECCION	PAGINA
3.6.3 Diámetro del tallo	27
3.7 Componentes del rendimiento	29
3.7.1 Diámetro de mazorca	29
3.7.2 Longitud de mazorca	30
3.7.3 Número de granos por hilera	31
3.7.4 Número de hileras por mazorca	31
3.7.5 Total de mazorcas dañadas	32
3.7.6 Peso de 1000 granos	32
3.7.7 Rendimiento de grano kg/ha	33
IV. CONCLUSIONES	37
V. RECOMENDACIONES	39
VI. BIBLIOGRAFIA	40
VII. ANEXOS	46

INDICE DE TABLAS

TABLA #	PAGINA
1. Propiedades físicas y químicas del suelo utilizado en el ensayo (C.N.I.A.).	6
2. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo (CNIA – 1996)	7
3. Aporte de nitrógeno por tratamiento (kg/ha)	21
4. Relación del Rendimiento con el I.S.N	25
5. Efecto de los diferentes Tratamientos sobre altura de plantas, altura de inserción de la mazorca y diámetro del tallo.	28
6. Efecto de los diferentes tratamientos sobre el diámetro de mazorcas, longitud de mazorca, numero de granos por hilera, numero de hileras por mazorca, total de mazorcas dañadas, peso de mil granos y rendimiento de granos .	35
7. Análisis de varianza para el rendimiento.	36

INDICE DE FIGURAS

FIGURA #	PAGINA
1. Climagrama de la zona del ensayo (CNIA - 1996) Estación Meteorológica Aeropuerto Augusto Cesar Sandino.	5
2. Descomposición de diferentes tipos de residuos orgánicos.	16
3. Relación carbono / nitrógeno de diferentes tipos de residuos orgánicos	19
4. Índice de suficiencia de nitrógeno en el cultivo de maíz con diferentes tratamientos.	24

RESUMEN

En el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, Managua, cuyos suelos pertenecen al orden Andosol, serie Sabana Grande, Textura franco – arenoso se estableció en época de postrera de Septiembre – Diciembre de 1996, un experimento con el objetivo de determinar el efecto que tienen diferentes tipos de rastrojos (maíz + sorgo, cannavalia y maíz + sorgo + cannavalia) mas un testigo absoluto y tres niveles de fertilizantes nitrogenados (0,75 y 150 kg/ha) aplicados al cultivo de maíz, respecto a su crecimiento, desarrollo y rendimiento utilizando el diseño bifactorial en arreglos de parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones, teniendo cada tratamiento un tipo de rastrojos (Factor A) por un nivel de nitrógeno (Factor B). Las variables estudiadas fueron: Proceso de descomposición del rastrojo, Relación C/N de los rastrojos, Aporte de nitrógeno por los rastrojos, Índice de Suficiencia de nitrógeno del cultivo, Relación del rendimiento con la suficiencia del nitrógeno, Variables del crecimiento y desarrollo y componentes del rendimiento. Los resultados obtenidos en el ensayo demostraron que el rastrojo con mayor velocidad de descomposición fue la cannavalia en interacción con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno seguido de la combinación de maíz + sorgo + cannavalia y por ultimo maíz + sorgo en interacción con el mismo nivel de nitrógeno presentando este mismo orden en el aporte de nitrógeno al cultivo. Por otra parte los rastrojos no ejercieron un efecto significativo sobre el crecimiento y el desarrollo del cultivo exceptuando altura de planta; pero si presentó una clara tendencia al aumento del rendimiento y sus componentes el rastrojo cannavalia en interacción con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno. En base a esto se sugiere que se le de seguimiento a este tipo de experimento en otras zonas utilizando el rastrojo cannavalia el cual presentó los mejores resultados.

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) ocupa la tercera posición a nivel mundial entre los cereales más cultivados, después del trigo y el arroz, ya que se encuentra en más países que cualquier otro cultivo y ha producido el más alto rendimiento por unidad de área que cualquier otro cereal. Representa uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente Americano de donde es originario debido a que es una fuente importante en carbohidratos y calorías necesarias en la dieta alimenticia (FAO, 1984).

Dentro de los factores que limitan obtener buenos rendimientos después de los climáticos se pueden mencionar: Los agronómicos modificables como el manejo de la fertilización del cultivo (Livio, 1976) y la densidad de población por la competencia que se genera entre las plantas individuales (Tapia, 1980). El uso de métodos de siembra inadecuado, uso de semilla no certificada y la utilización de áreas marginales para el establecimiento del cultivo, entre otros disminuyen grandemente la obtención de buenos rendimientos (Miranda, 1990). Influyen además los factores de carácter socioeconómicos como precios elevados de los insumos agrícolas, entre otros.

En este contexto el presente estudio se fundamenta en buscar respuesta al problema antes planteado . En Nicaragua existen pocos datos de experimentos que muestren interacción rastrojo/nitrógeno ya que las mayorías de las investigaciones están orientadas a la implementación de mejores técnicas de fertilización inorgánicas en los cultivos.

Sin embargo, en el estudio realizado se brindará algún tipo de referencias respecto al tema, se logrará tener una visión clara de lo ventajoso que puede resultar el implementar esta técnica.

El mulch, arropo vegetal o mantillo, es una capa generalmente formada por desechos vegetales que se aplican uniformemente a la superficie del suelo.

Se pueden distinguir dos tipos de residuos utilizados como mantillo (mulch), con distintos beneficios y entre ellos están los residuos suculentos y frescos como frijol de abono (*Vigna radiata*) en estado verde y las hojas de la leucaena (*Leucaena leucocephala*) y el madreaje (*Gliricidia sepium*) que son altos en nitrógeno, pero bajos en ligninas. Una capa de mulch de estos materiales es de corta permanencia, debido a la rápida descomposición y se forma poco humus debido a la falta de ligninas.

Los residuos maduros y fibrosos, como rastrojos de maíz y sorgo, son bajos en nitrógeno, pero altos en lignina. El mulch de tales residuos permanece mucho más tiempo gracias a su alto contenido de lignina, que con el tiempo formará más humus que los de tipo suculento (Fomenta , 1996).

Además los residuos que proporcionan las Poaceas, son de mayor uso para la formación de una capa orgánica debido a su lenta descomposición (Wallis, 1960). Por el contrario las leguminosas se descomponen con más facilidad por su alto contenido de nitrógeno.

Es importante mencionar el mejoramiento que los rastrojos ejercen sobre la estructura del suelo. Contribuyen a mejorar la estructura edafológica del suelo, aumentando la actividad biológica de sus moradores para la descomposición, conserva la humedad del suelo y mejora la tasa de infiltración del agua, disminuye la temperatura del suelo, controla las pérdidas por escorrentía y por erosión eólica, reduce el crecimiento de la mala hierba y su competencia con el cultivo, aumenta el humus existente ya que el rastrojo al descomponerse en humus junto con la arcilla constituye el complejo arcillo - húmico el cual regula la

nutrición de la planta y además se hace más efectiva la asimilación de nutrientes por el cultivo, aumenta también la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y haciendo más esponjosos a los mismos (Jacks et al . , 1955, Alexander, 1961, Pacheco, 1973) mencionados por FAO, 1976. (Fomenta, 1996) (MAG, 1992).

Según Fassbender (1987), la descomposición depende de los factores internos y externos. Según Mangenot y Toutain (1980), citados por González y Gallardo (1982), el proceso de descomposición de tallos y hojas consta de biodegradación rápida de la mayoría de los hidrosolubles y polisacáridos,

Cabe señalar que la actividad microbiana realiza función importante y que la mayor desintegración de los residuos orgánicos se efectúa por medio de las enzimas que ésta aporta, en el cual los compuestos de fácil descomposición se alteran por la acción microbiológica a compuestos más simples y se incorporan al suelo rápidamente (Cairo y Quintero, 1987).

Como resultado de ésta descomposición se produce CO_2 , amoníaco, nitratos y cuerpos minerales que sirven, a su vez, a las plantas como materia nutritiva (Selke, 1968).

Antes de aplicar el rastrojo se debe examinar la relación C/N, ácidos/bases, lignina/celulosa y el contenido de minerales (Vilas Boas, 1990).

Los residuos vegetales muy ricos en carbono son una fuente importante de energía, pero no siempre de nitrógeno. La rapidez con que proliferan los micro - organismos desintegradores y por tanto la rapidez con que se descompone la materia orgánica, depende de la relación C/N. Estas se refiere a la cantidad de carbono frente al nitrógeno presente en los compuestos orgánicos.

Si la relación C/N es muy amplia 6:1 la descomposición es lenta y si es muy estrecha 10:1 también se hace lenta. La mejor relación es de 20:1 hasta 30:1 en los vegetales (Rodríguez, 1988).

La relación carbono - nitrógeno de los cuerpos de micro - organismos no solo es constante sino mucho menor, comúnmente es de 4:1 a 9:1. Los tejidos bacterianos en general son más ricos en proteínas que los hongos, por tanto tienen una relación menor (Cairo y Quintero, 1987).

De acuerdo a lo antes expuesto consideramos que nuestro trabajo es de suma importancia para el pequeño productor, sobre todo para mermar el impacto que tienen los productos químicos en el ambiente agrícola en el cual pretendemos cumplir con el siguiente objetivo :

Determinar el efecto que tienen los diferentes tipos de rastrojos y niveles de fertilizantes nitrogenados aplicados al cultivo de maíz, respecto a su crecimiento, desarrollo y rendimiento .

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del lugar experimental

El experimento se realizó en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), ubicado entre las coordenadas geográficas 12° 05' - 12° 06' latitud norte y 86° 09' - 86° 08' longitud oeste, km. 14 ½ carretera norte, Managua, Nicaragua.

Este lugar se ubica a una altitud de 56 m.s.n.m. con precipitación promedio anual que va de los 1,100 a 1,300 mm/año distribuidos de Junio - Noviembre y temperaturas promedio mensuales de 26.8°C.

En la figura 1 se muestran las condiciones climáticas ocurridas en la zona del ensayo durante el año 1996.

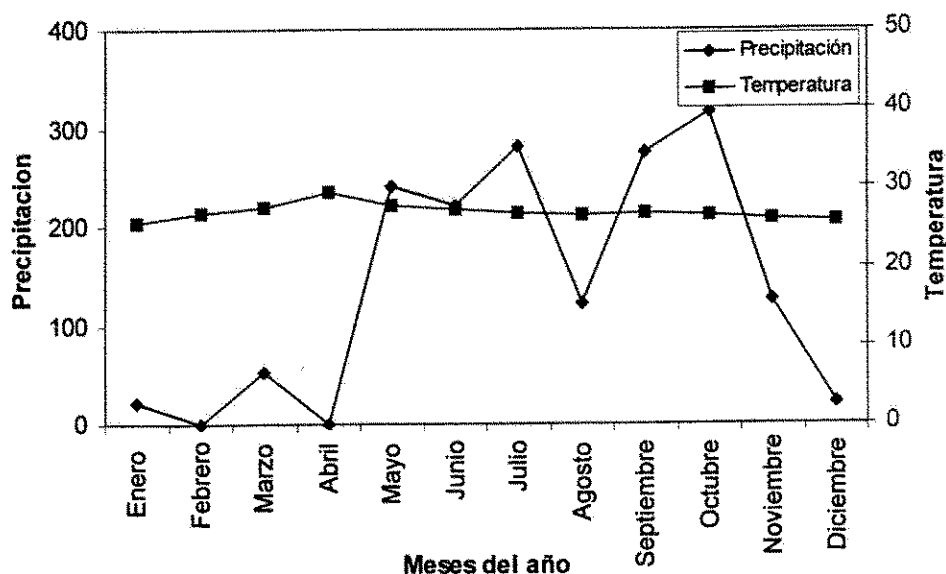


Fig. 1. Climograma de la zona del ensayo (CNIA-1996)
Estación Meteorológica Aeropuerto Augusto Cesar Sandino

Según la zonificación bioclimática propuesta por Holdridge (1963), las zonas de vida que presenta el lugar experimental son las pertenecientes a un bosque tropical en transición a sub - tropical que son utilizados normalmente para el establecimiento de cultivos tradicionales como pasto, maíz, sorgo, maní, etc.

Los suelos de la región pertenecen al orden Andosol, serie Sabana Grande el cual presenta en su estructura de formación un horizonte de carbonato de calcio.

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del suelo utilizado en el ensayo (CNIA).

Propiedad	Valor
PH (H ₂ O)	7.25
MO (%)	1.70
N. Total (%)	0.08
P. (PPm)	50
K. (Meq/100g)	2.34
Textura	Franco Arenoso.

2.2 Procedimiento experimental

El experimento se llevó a cabo en un bloque completo al azar (BCA), en parcelas divididas el cual cada tratamiento constaba con un nivel de rastrojo (Factor A) por uno de nitrógeno (Factor B).

Para lo que existieron 4 tipos de rastrojos y 3 niveles de nitrógeno para un total de 12 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. (Tabla 2)

Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo (CNIA - 1996).

Tratamientos	Tipo de rastrojo (5 tn/ha)	Nivel de nitrógeno (kg/ha)
T1	Sin rastrojo	0
T2	Sin rastrojo	75
T3	Sin rastrojo	150
T4	Maíz + Sorgo	0
T5	Maíz + Sorgo	75
T6	Maíz + Sorgo	150
T7	Cannavalia	0
T8	Cannavalia	75
T9	Cannavalia	150
T10	Maíz + Sorgo + Cannavalia	0
T11	Maíz + Sorgo + Cannavalia	75
T12	Maíz + Sorgo + Cannavalia	150

A: Tipo de rastrojo

a1 = 0 tn/ha rastrojo

a2 = 5 tn/ha maíz + sorgo

a3 = 5 tn/ha cannavalia

a4 = 5 tn/ha maíz + sorgo + cannavalia

B: Niveles de nitrógeno

b1 = 0 kg/ha

b2 = 75 kg/ha

b3 = 150 kg/ha

Cada tratamiento estaba representado en parcelas de 5 surcos con una distancia entre sí de 0.8 m, una longitud de 5 m y posturas a 0.4 m con dos plantas por postura para una densidad teórica de 5 plantas por m y una densidad poblacional de 62,500 plantas / ha.

Dentro del area total del experimento se encontraron las siguientes dimensiones:

-Parcela grande : $0.8\text{m} \times 15 \text{ surcos} \times 5\text{m} = 60\text{m}^2$

-Sub-parcela : $0.8\text{m} \times 5 \text{ surcos} \times 5\text{m} = 20\text{m}^2$

-Parcela útil : $0.8\text{m} \times 3 \text{ surcos} \times 5\text{m} = 12\text{m}^2$

-Distancia entre bloques : 1.5m

-Distancia entre parcela : 1.5 m

-Area total : 955.5m^2

2.2.1 Variables Estudiadas

a. Proceso de descomposición del rastrojo

Para el estudio de esta variable , se escogieron detenidamente cada uno de los rastrojos a utilizar , luego se cortaron en trozos de manera que quedaran lo mas homogéneamente posible , posteriormente se hicieron los cálculos para determinar la cantidad a aplicar al terreno superficialmente por cada uno de ellos de acuerdo al tipo y/o combinación que correspondía a cada tratamiento .

Transcurrida la emergencia se muestrearon en diferentes etapas del cultivo, tomando como área de muestreo 2m^2 al azar por sub-parcela teniendo el mas minimo cuidado de seleccionar solo el rastrojo aplicado con el fin de determinar la cantidad incorporada o descompuesta . Para esto se enviaron las muestras al laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Agraria.

Los muestreos se realizaron uno previo a la siembra y los demás a:

- 35 dds (Fase vegetativa)
- 65 dds (Fase floración)
- 110 dds (cosecha)

b. Relación carbono / nitrógeno

Para determinar la relación C/N de los diferentes tratamientos en las muestras enviadas al laboratorio de Suelos y Aguas de la U.N.A. se incluyó un análisis correspondiente de porcentaje de carbono y porcentaje de nitrógeno , para el que se utilizó el método de combustión húmeda de Walker y Black en el carbono orgánico y para el nitrógeno el método de Kjeldahl.

c. Aporte de nitrógeno por los rastrojos

Este cálculo se realizó en base a los datos proporcionados por el laboratorio de Suelos y Aguas, del contenido de peso seco y porcentaje de nitrógeno que tenían las muestras de rastrojos.

d. Índice de Suficiencia de Nitrógeno

Para la determinación de este parámetro se utilizó el instrumento denominado clorofilómetro marca Minolta(modelo SPAD 502) el cual es usado para facilitar la medida rápida y fácil de la verdosidad que es afectada por el contenido de clorofila en la hoja.

Los valores se obtuvieron a través de la siguiente fórmula :

$$\text{I.S.N.} = \frac{\text{volumen promedio de lecturas}}{\text{lectura promedio de lista de referencia}} * 100$$

Se seleccionaron 10 plantas al azar por sub-parcela y se le muestreo tres veces en todo el ciclo ; durante la fase vegetativa , despues de la ultima dosis de nitrogeno a los 36 dds en la hoja mas joven , a la floracion , en la hoja de la mazorca a los 60 dds y llenado de grano , tambien en la hoja de la mazorca a los 90 dds.

e. Relación del rendimiento con la suficiencia de nitrógeno

Se realizó comparaciones entre los valores promedio del rendimiento y del índice de suficiencia de nitrógeno con el fin de determinar una relación directa entre dichos valores

f. Durante el crecimiento del cultivo

Altura de planta (cm): Se escogieron 10 plantas al azar por cada sub - parcela, se midieron desde la superficie del suelo hasta la base de la ligula superior.

Diámetro del tallo (cm): Se midieron 10 plantas al azar por sub - parcela a 10 cm de la superficie del suelo.

Altura de inserción de la mazorca (cm): En 10 plantas al azar , desde la superficie del suelo hasta la primera mazorca encontrada.

g. A la cosecha

Para la estimación de este parámetro se realizaron mediciones de las siguientes variables.

- Diámetro de mazorca. .
- Longitud de mazorca.
- Granos por hilera
- Total de mazorcas dañadas.
- Peso de 1000 granos.
- Número de hileras/mazorca.

El rendimiento se determinó por la fórmula siguiente.

$$R = \frac{Pc \times 0.8 (100 - \% H_2O)}{Au \times (100 - 15)} \times 10,000$$

donde; Pc = Peso de campo
 Au = Area útil

2.2.2 Análisis Estadístico

Estos análisis se ajustaron al diseño de parcelas divididas, se realizó Andeva y comparaciones múltiples según Duncan al 5 % de margen de error.

2.3 Manejo Agronómico del ensayo

Para el establecimiento y realización del experimento se llevaron a cabo, como en cualquier área sembrada de maíz, las siguientes actividades:

Preparación del suelo: Se ajustó a la mínima labranza, Chapia y un solo pase de arado y rayado realizándose entre el 9 y el 15 de Septiembre.

Siembra: Esta se realizó manualmente junto con la fertilización correspondiente, luego se procedió a distribuir lo más homogéneo posible el rastrojo correspondiente en cada uno de los tratamientos en estudio, teniendo como fecha de siembra el 19 de Septiembre de 1996.

Fertilización: Por cada uno de los tratamientos en el ensayo se aplicó 50 % al momento de la siembra (ms) de completo 12-30-10 combinado con urea y 50 % de urea previo a la floración, aproximadamente a los 35 dds,

Control de plagas y enfermedades: Después de la germinación se hizo la primera aplicación de insecticida preventivo con MTD a razón de 50 cc por 20 L/H₂O y posteriormente se realizaron recuentos periódicos de plagas y enfermedades para prevenir posibles daños y si era necesario se aplicaba o no el producto.

Control de malezas: Se realizó control mecánico en todo el ensayo a los 15 - 30 dds y luego según el cultivo lo necesitaba.

Cosecha: Se realizó en el área útil de cada parcela (75 %) a los 115 dds y se ajustó el rendimiento al 14 % de humedad.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Proceso de descomposición del rastrojo

La aplicación de los restos de cosecha sobre la superficie del suelo tiene una importancia muy significativa para el mejoramiento de las propiedades físico químicas y para los productores ya que a través de la descomposición de los rastrojos se devuelven al suelo los nutrientes extraídos por las plantas quedando disponibles para su reutilización .

El tipo y proporción de las sustancias que constituyen a los rastrojos , pueden afectar el proceso de descomposición mas que los elementos en sí . Según Swift *et al .*, (1979), estos componentes tienen su propia tasa y velocidad de descomposición : azúcares solubles > polisacáridos > celulosa > hemicelulosa > ligninas . La lignina , además de ser un componente estructural de difícil degradación , también puede retardar la descomposición de la celulosa actuando como una barrera física que impide la acción de los descomponedores

En los tejidos en los cuales del 20 - 30 % la materia seca es soluble en agua, la descomposición se lleva a cabo rápidamente, aunque la celulosa y la hemicelulosa no desaparecen tan rápido como las sustancias soluble en agua, aunque su persistencia no es muy amplia. Las ligninas son altamente resistentes y consecuentemente empiezan a hacer de manera relativa más abundante en la materia orgánica residual en descomposición (Alexander, 1980).

Este experimento se basó en tres tipos de rastrojos explicados a continuación :

3.1.1 Combinación maíz + sorgo

Los resultados obtenidos muestran que el comportamiento del nivel de rastrojo maíz + sorgo con respecto a las etapas fenológicas del cultivo indican que a los 35 dds, el tratamiento en donde no se aplicó nitrógeno se descompuso más lentamente que donde se aplicaron dosis de 75 y 150 kg/ha de nitrógeno respectivamente, probablemente debido a que al no encontrar nitrógeno disponible los microorganismos disintegradores no pueden multiplicarse activamente lo cual les impide desintegrar la materia orgánica y sintetizar sus proteínas. El nivel de 150 kg/ha de nitrógeno presentó mayor descomposición del rastrojo debido a la mayor cantidad del elemento nitrógeno presente y disponible para los micro - organismos en el suelo.

A los 65 dds, la descomposición del rastrojo donde no se aplicó nitrógeno sigue siendo lenta contribuyendo con ello a un pequeño aumento de nitrógeno que desprenden de sus tejidos menos lignificados, en las hojas, por otra parte, donde se aplicó nitrógeno (75 y 150 kg/ha) esta descomposición es un poca más acelerada principalmente en el nivel 150 kg/ha ya existiendo un mayor porcentaje de material descompuesto y por ende un mayor aporte de nitrógeno por parte de los microorganismos.

Al finalizar el ciclo del cultivo 110días se observó que la descomposición del rastrojo donde no se aplicó nitrógeno sigue la misma tendencia que las etapas anteriores, para el caso de 75 y 150 kg/ha la descomposición del material contribuyó grandemente al aporte de nitrógeno para el cultivo. Ver figura 2A

3.1.2 Cannavalia

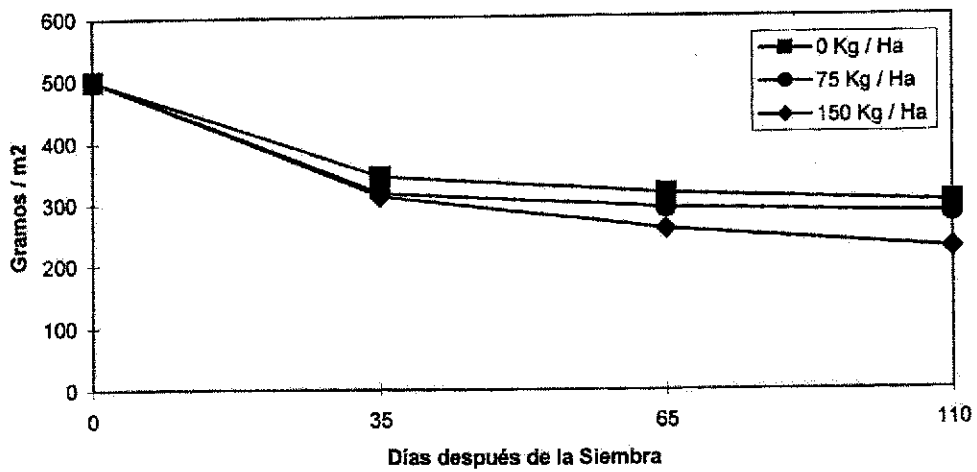
Este tipo de rastrojo según los datos obtenidos en las tres etapas fenológicas del cultivo, presentó mayor porcentaje de descomposición durante todo el ciclo vegetativo del cultivo en relación con los niveles de nitrógeno aplicado, principalmente con el nivel 150 kg/ha de nitrógeno; además de esto, se supone que la descomposición de este material se vio favorecida por el contenido de nitrógeno que presentó lo cual es favorable para la actividad microbiana del suelo, adicional a esto se presentaron pocos tejidos lignificados en su constitución, influyendo también los factores externos e intrínsecos sobre la velocidad de descomposición, ver figura 2B

3.1.3 Combinación maíz + sorgo + cannavalia

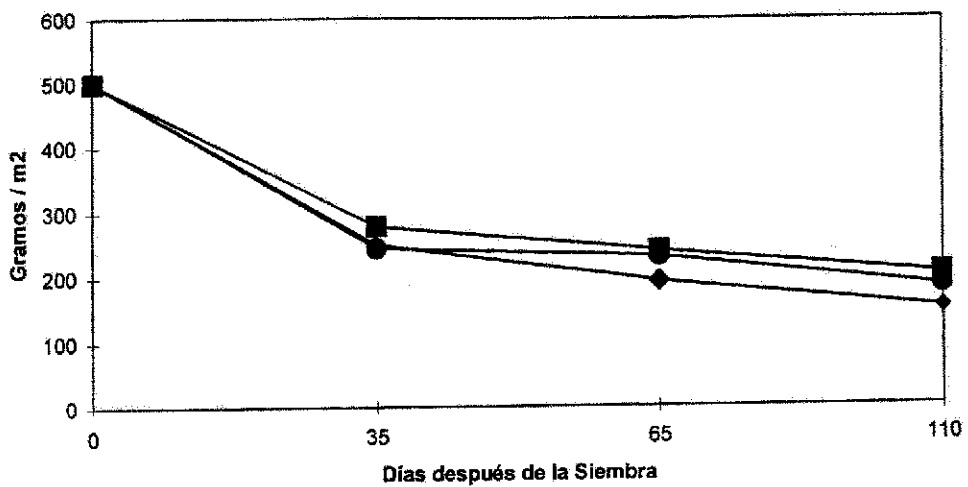
La descomposición de este material fue considerable respecto a los niveles de nitrógeno tanto a los 35,65 y 110dds, principalmente con el nivel de 150 kg/ha pudiéndose haber favorecido dicha descomposición, por el contenido de nitrógeno que presentaba la cannavalia, facilitando la descomposición de los otros rastrojos (maíz + sorgo) lo que contribuyó a que el nitrógeno estuviese disponible para el cultivo en menor tiempo, ver figura 2C

De los rastrojos estudiados en el experimento el de cannavalia fue el que se descompuso con mayor velocidad y en mayor cantidad durante el ciclo del cultivo, principalmente con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno, influenciada además por factores o elementos mencionados en su acápite, en orden de descomposición le siguió la combinación maíz +sorgo +cannavalia seguido de la combinación maíz + sorgo ambas combinaciones en interacción con el mismo nivel de nitrógeno de la cannavalia.

A)



B)



C)

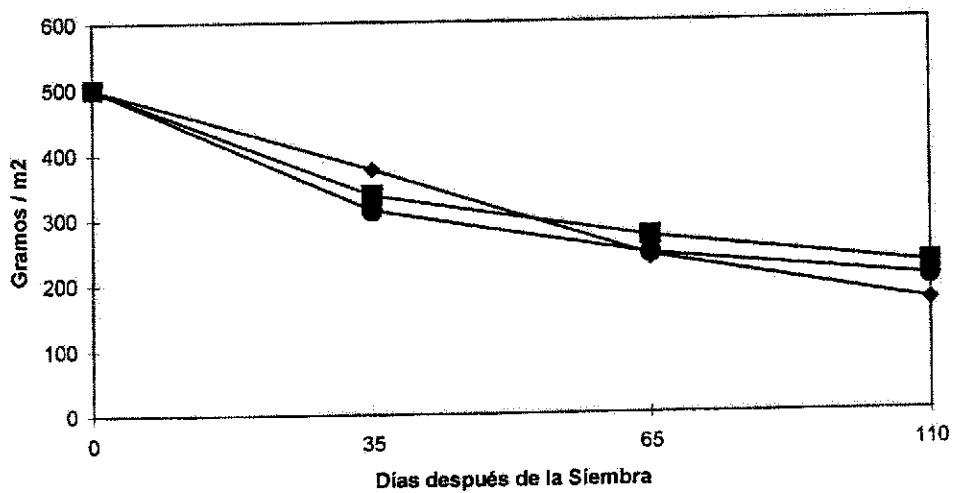


Figura 2. Descomposición de diferentes tipos de residuos orgánicos.
A) Maiz + Sorgo.
B) Canavalia
C) Maiz + Sorgo + Canavalia.

3.2 Relación carbono/nitrógeno

La relación carbono/nitrógeno es uno de los parámetros utilizados en la caracterización del nitrógeno para el entendimiento de la descomposición del rastrojo sobre la superficie del suelo. Al existir una alta relación C/N puede presentarse una competencia por el nitrógeno disponible en el suelo entre los microorganismos y las plantas del cultivo.

Foth. (1987) señala que la razón carbono/nitrógeno de los materiales orgánicos es un indicador de las posibilidades de que ocurra escasez de nitrógeno y de que haya competencia entre los microorganismos y las plantas superiores por el nitrógeno disponible.

La materia orgánica con una relación carbono/nitrógeno alta suministra mucha energía y poco nitrógeno, mientras que una relación carbono/ nitrógeno baja suministra bastante nitrógeno y poca energía. En ambos casos los micro organismos se multiplican poco activamente y la materia orgánica se descompone con lentitud Fuentes, (1992).

Los resultados del análisis químico realizado a los rastrojos mostraron que a los 35 dds los tratamientos sin nitrógeno presentaron una relación C/N considerablemente alta 40.7(T4),30.7(T7) Y 37.3(T10) en cambio esta relación fue de 39.3(T5),36.3(T6),27.3(T8),26.7(T9),35.7(T11) Y 30.0(T12) para los tratamientos con aplicaciones de nitrógeno.

La relación carbono/nitrógeno disminuyo a los 65dds, producto se supone del aumento en el grado de descomposición de los rastrojos principalmente en los tratamientos con aplicaciones de nitrógeno.

La tendencia presentada en las dos fases anteriores de la relación carbono/nitrógeno es similar hasta los 110dds con respecto a los niveles de nitrógeno y a los tres tipos de rastrojos con la diferencia que en esta etapa disminuye considerablemente tal a como se aprecia en la figura 3A,3B Y 3C

Los tratamientos que presentaron una menor relación carbono/nitrógeno fueron los que contenían cannavaia en interacción con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno.

La relación carbono/nitrógeno es inversamente proporcional al rendimiento ya que cuando existe una relación baja el rendimiento se ve favorecido y por consiguiente hay un mayor aporte de nitrógeno al suelo.

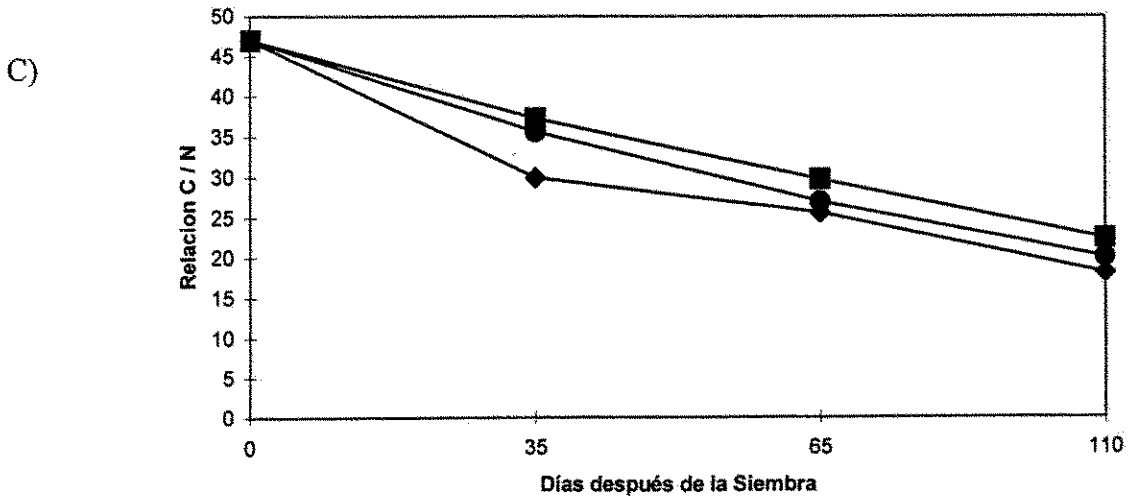
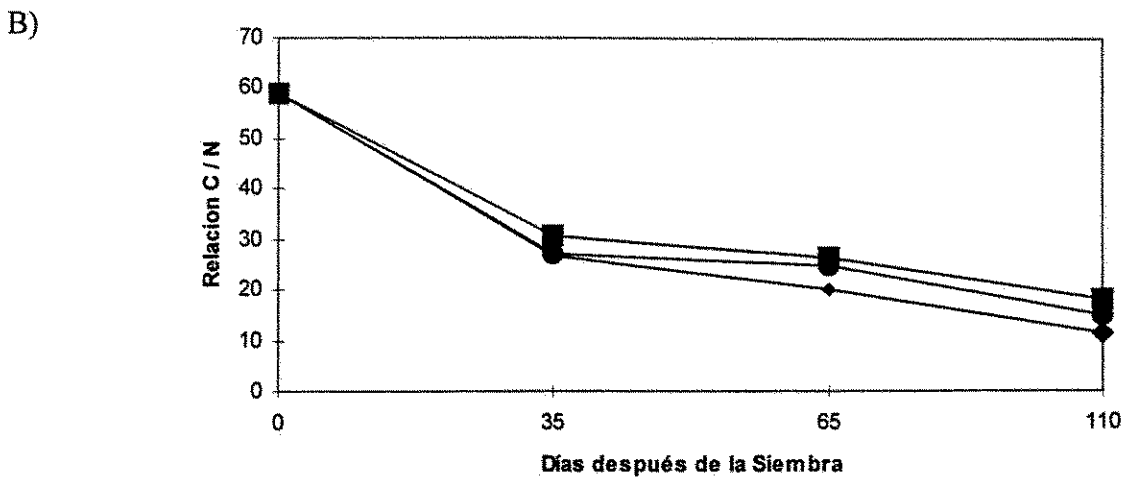
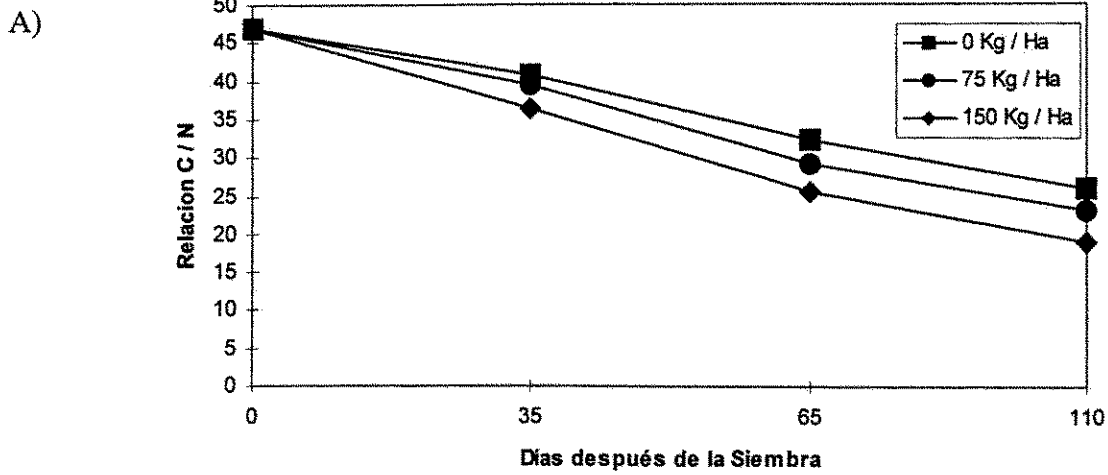


Figura 3. Relación Carbono / Nitrógeno de diferentes tipos de residuos orgánicos.

- A) Maiz + Sorgo
- B) Canavalia
- C) Maiz + Sorgo + Canavalia.

3.3 Aporte de nitrógeno por los diferentes tipos de rastrojos en kg/ha

Debe considerarse que los rastrojos de cobertura constituyen fertilizantes eficaces si se les utiliza adecuadamente, por consiguiente debemos examinar que investigaciones se necesitan para aumentar al máximo el potencial de éstos rastrojos (FAO, 1977).

Respecto a esta variable estudiada el rastrojo que mejor aporte de nitrógeno brindó al cultivo fue el de cannavalia con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno, éste proporcionó aproximadamente 79.5 kg/ha de nitrógeno, seguido del nivel 75 kg/ha y posteriormente el nivel cero kg/ha de nitrógeno.

La combinación de maíz + sorgo + cannavalia presentó un aporte que oscilaba entre los 35.4 kg/ha y los 45.2 kg/ha de nitrógeno, obteniéndose el mejor resultado con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno.

Por último la combinación de los rastrojos de maíz + sorgo fue la que presentó menos aporte de nitrógeno al experimento con valores entre los 32.1 kg/ha y 38.6 kg/ha de nitrógeno. Ver tabla 3

Tabla 3. Aporte de nitrógeno por tratamiento (kg/ha)

Tratamiento	35 dds	65 dds	110 dds
T4	18.7	23	32.1
T5	23.6	25.1	35.4
T6	25.7	28.2	38.6
T7	27	30.2	52.7
T8	34	45.3	60.3
T9	35.2	38.3	79.5
T10	20.7	25.3	35.4
T11	24.3	27.8	42.1
T12	26.5	30.5	45.2

3.4 Índice de suficiencia de nitrógeno

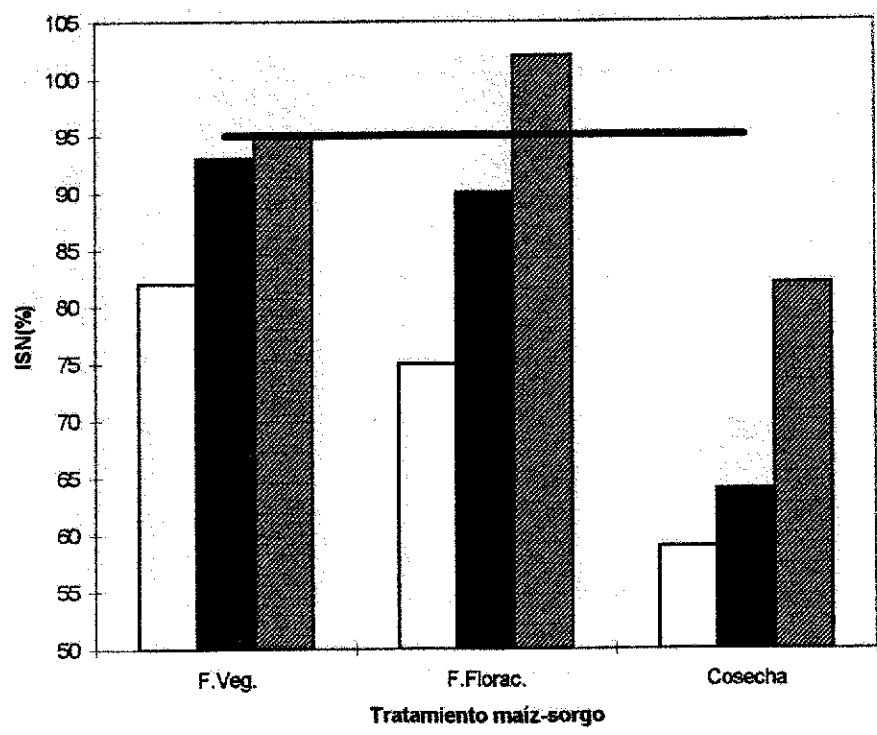
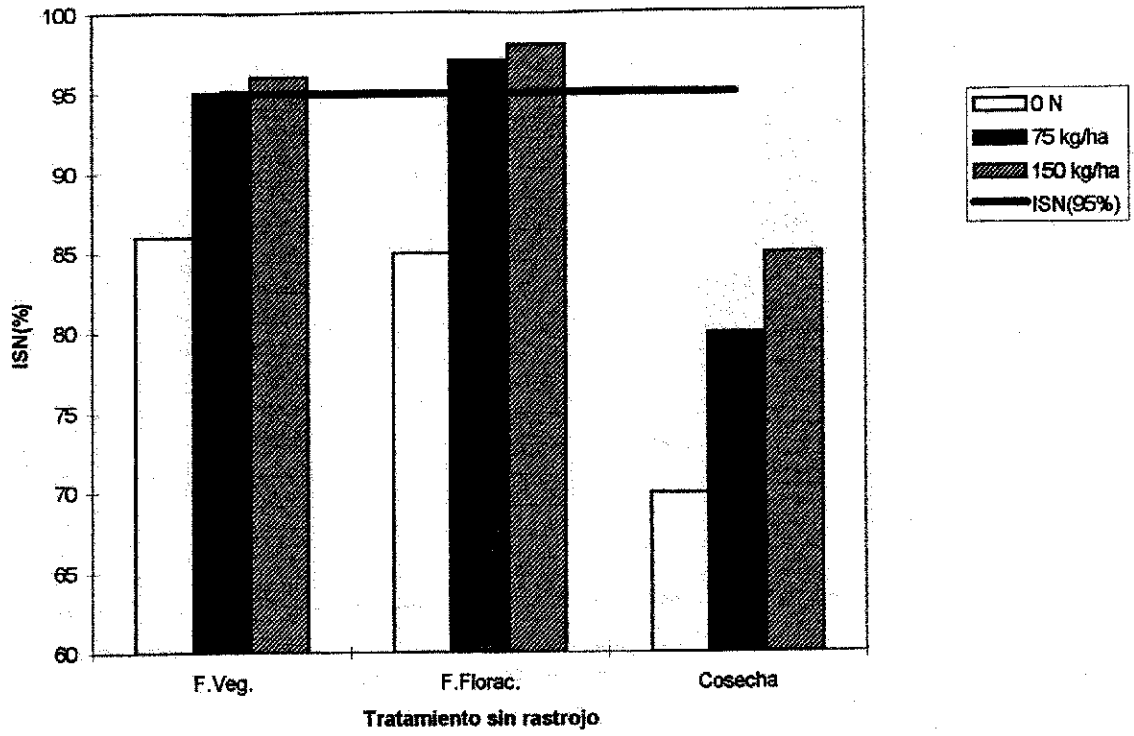
El Índice de Suficiencia de Nitrógeno mide la cantidad de nitrógeno presente en el vegetal . El suministro de nitrógeno es un elemento esencial para lograr obtener un buen rendimiento, principalmente en la fase vegetativa y antes de la floración (INPOFOS, 1994).

Los tratamientos sin nitrógeno presentan en las tres fases del cultivo (vegetativa, floración y cosecha) los bajos índices de suficiencia de nitrógeno para los tres tipo de rastrojo aplicados en el ensayo; esto debido a que dichos tratamientos contaban con el nitrógeno aportado por los rastrojos y el presente en el suelo en proporciones bajas debido a la lenta descomposición de los mismos por parte de los microorganismos del suelo.

Los tratamientos con aplicaciones de nitrógeno presentaron un comportamiento bastante similar en las dos primeras fases fenológicas del cultivo. La fase de floración supera el índice de suficiencia de nitrógeno el cual es del 95 %. El valor más alto fue el de rastrojo cannavalia con dosis de nitrógeno de 150 kg/ha; esto debido a que el material vegetativo de cannavalia presenta una mayor velocidad de descomposición que el maíz y el sorgo.

Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Schepers, (1992) que plantea que hasta la fecha se demuestra que las lecturas del clorofilómetro al apareamiento de la floración femenina correlacionan fuertemente con el contenido de nitrógeno de la hoja de la mazorca y además con el rendimiento a la cosecha.

En la cosecha los tratamientos se comportan con una insuficiencia de nitrógeno debido a que éste elemento aportado por los rastrojos fue utilizado en la fase anterior por el cultivo, encontrándose en ésta fase pequeñas cantidades de nitrógeno debido a la existencia de tejidos lignificados. En la Figura 4 se muestran los diferentes tratamientos del ensayo con sus respectivos índices de suficiencia de nitrógeno.



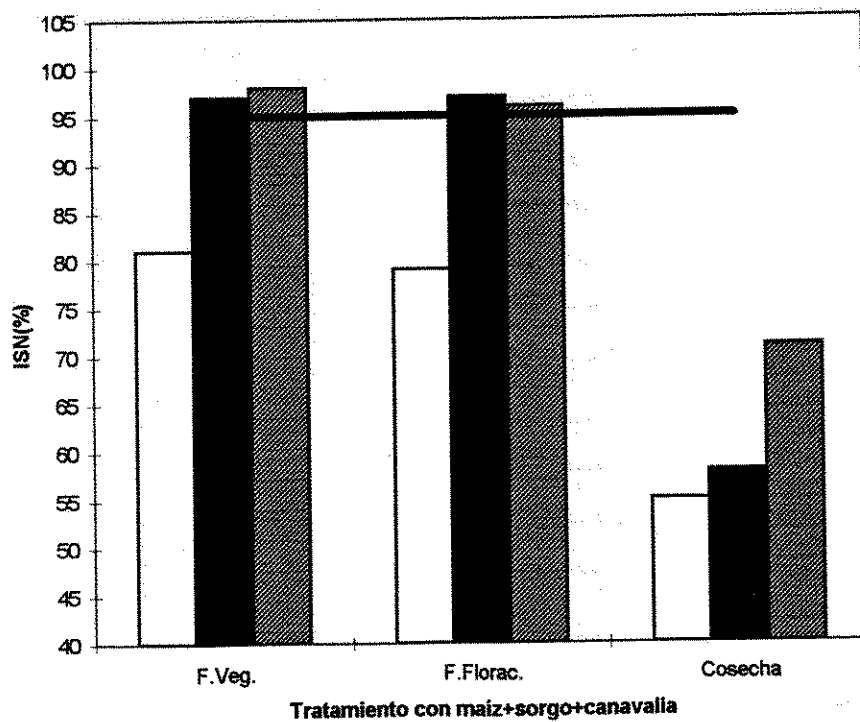
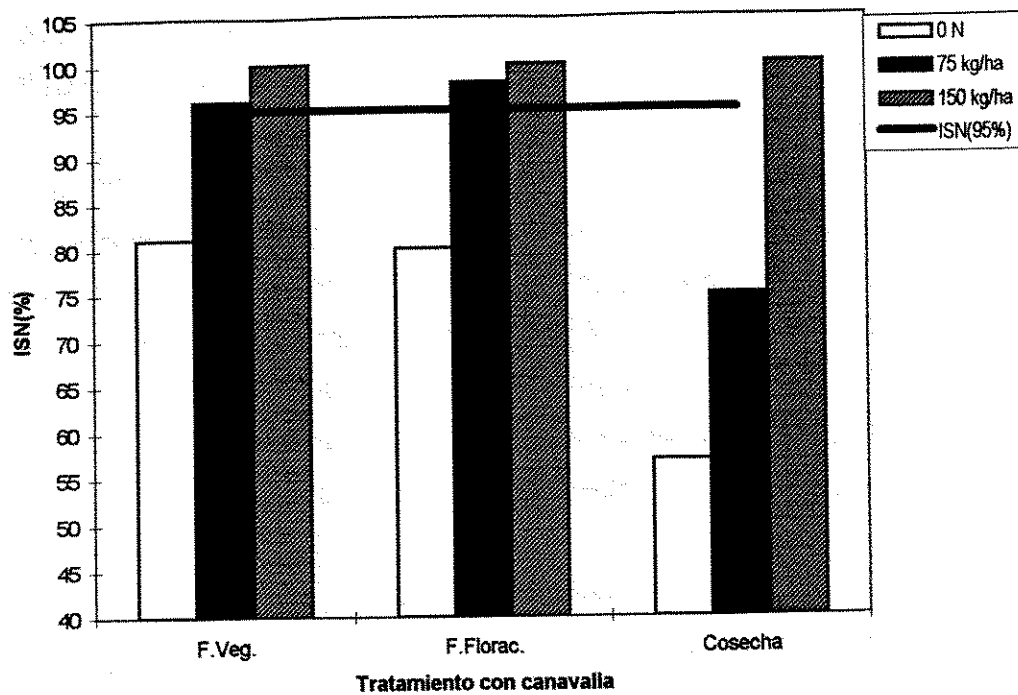


Fig. 4 - Índice de suficiencia de nitrógeno en el cultivo de maíz con diferentes tratamientos.

3.5 Relación del rendimiento con la suficiencia de nitrógeno

Los análisis obtenidos tanto para el rendimiento como para la suficiencia de nitrógeno demuestran una correlación positiva en las lecturas del clorofilómetro por cada tratamiento y los kilogramos obtenidos por rendimiento en los tratamientos 9 (cannavalia con 150 kg/ha de nitrógeno por hectárea), 12 (maíz + sorgo + cannavalia con 150 kg/ha de nitrógeno por hectárea) y 6 (maíz + sorgo con 150 kg/ha de nitrógeno por hectárea); se presentaron los tres mejores resultados en rendimiento y además presentaron los mejores porcentajes de suficiencia de nitrógeno.

En caso contrario en los tratamientos en donde no se utilizó nitrógeno los valores promedios de clorofilómetro indican una insuficiencia de nitrógeno y además concuerdan con los bajos rendimientos obtenidos en el ensayo. tabla 4

Tabla 4. Relación del Rendimiento con el I.S.N .

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (kg/ha)	I.S.N.(COSECHA)
T1	1820.93	70
T2	2204.48	80
T3	2573.05 /	85
T4	1582.24	59
T5	2810.77	64
T6	2854.60 /	82
T7	1792.76 ·	57
T8	2778.18 ·	75
T9	3707.16 · /	100
T10	1450.85 ·	55
T11	2473.57 ·	58
T12	3408.89 /	71

3.6 Crecimiento y Desarrollo

Para entender el efecto del uso de rastrojo mas nitrógeno en el rendimiento , se presenta una explicación específica de diferentes variables que lo explican. Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo.

Se define como crecimiento al aumento en el volumen o en el peso de materia seca, producto del desarrollo de algún órgano u órganos específicos de las plantas (Tisdale & Nelson, 1988). Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algún parámetro como por ejemplo: anchura, longitud, acumulado de materia seca, entre otros (White, 1985) y (Greulach y Adams, 1980).

El desarrollo es un fenómeno cualitativo el que se refiere al proceso de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos o eventos sucesivos (White, 1985).

3.6.1 Altura de planta

Los tipos de rastrojos utilizados en el ensayo influyen positivamente en la altura de las plantas. El rastrojo cannavalia obtuvo la mayor altura, seguido por la combinación de maíz + sorgo que no difieren estadísticamente en donde no se aplicó rastrojo y por último la combinación maíz + sorgo + cannavalia, tal a como se refleja en la Tabla 5.

Para los niveles de nitrógeno utilizados en el ensayo influyeron significativamente en dicha variable la cual presentó una relación positiva con el aumento de los niveles aplicados, presentan la menor altura con el nivel de cero nitrógeno y obteniéndose la mayor altura a medida que se aumenta la dosis de

nitrógeno, existiendo estadísticamente diferencias con respecto a la altura en los niveles de 75 y 150 kg de nitrógeno por hectárea; éstos resultados coinciden con los reportados por Aldrich *et al.*, (1980); Arzola *et al.*, (1981) y Betanco, (1988) quienes encontraron que al aumentar las dosis de nitrógeno aumenta la altura de la planta, Tabla 5.

3.6.2 Altura de inserción de mazorca

Los diferentes tipos de rastrojos aplicados no incidieron significativamente en la altura de inserción de la mazorca en la planta, pero en el caso del nitrógeno sí ocurrió una influencia significativa en la altura de inserción, presentando la menor altura con cero nivel de nitrógeno seguido por la dosis de 75 kg de nitrógeno por hectárea y la mayor altura se presentó con 150 kg de nitrógeno por hectárea.

La altura de inserción de mazorca es un factor íntimamente relacionado con los rendimientos del cultivo. Maya, (1995), considera que la altura de inserción de la mazorca es un factor determinante para aumentar los niveles de rendimiento en grano, ya que a menor altura de mazorca se obtiene mayores rendimientos, Tabla 5

3.6.3 Diámetro del tallo

Al evaluar los diferentes tipos de rastrojos utilizados en el ensayo sobre dicha variable, se encontró que los rastrojos no ejercen ningún tipo de respuesta significativa siendo estadísticamente todos similares, pero si existe una tendencia ha aumentar el diámetro del tallo con los diferentes tipos de rastrojo.

En cuanto a los niveles de nitrógeno utilizados (González y Bervis, 1993). Arzola *et al.*, (1981), indican que un buen suministro de nitrógeno influye positivamente en el diámetro del tallo. Además que es una característica de suma importancia en el cultivo. Este depende de la variedad y de las condiciones del

cultivo, puede verse influenciado por varios factores entre ellos se destacan el nitrógeno disponible del suelo (Robles, 1978).

El ANDEVA realizado a éste factor sobre el diámetro del tallo indica que no hubo diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, pero sí mostró un pequeño incremento en el diámetro al aumentar las diferentes dosis utilizadas.

Los menores valores se obtuvieron al no aplicar nitrógeno, lo que coincide con Cuadra, (1988), que encontró una tendencia al aumentar el diámetro del tallo al aumentar las dosis de nitrógeno ,Tabla 5.

Tabla 5. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la altura de planta, altura de inserción de la mazorca y el diámetro del tallo.

Tipos de rastrojo	Altura de Planta(cm)	Altura de inserción de la mazorca(cm)	Diámetro del tallo(cm)
Testigo	155.77 ab	72.5 a	1.13 a
Maíz + Sorgo	158.55 ab	71.0 a	1.04 a
Cannavalia	162.88 b	79.5 a	1.13 a
Maíz+sorgo+cannavalia	151.11 a	72.5 a	1.08 a
ANDEVA	*	NS	NS
CV (%)	4.74	15.62	17.11

continua

Nivel de nitrógeno

0	147.5 a	65 a	0.95 a
75	156.9 ab	75.5 ab	1.14 a
150	166.8 b	81.3 b	1.20 a
ANDEVA	*	*	NS
CV (%)	8.01	8.78	25.93

3.7 Componentes del rendimiento

Uno de los objetivos principales del levantamiento de cosechas es la obtención de altos rendimientos, el cual se traduce en buenas ganancias para el productor y satisfacer las demandas de la población.

Los rendimientos agrícolas de un cultivo están determinados por los componentes del rendimiento, estas pueden ser definidos en varias formas, pero todas se basan en una serie de factores que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento (white 1985).

3.7.1 Diámetro de Mazorca

El diámetro de mazorca es una variable estudiada del rendimiento que no obtuvo una respuesta significativa durante el ensayo con la aplicación de los tres tipos de rastrojos.

Pero en el caso del factor Nitrógeno el mayor diámetro de mazorcas se obtuvo con el nivel de 150 kg/ha y menor diámetro de mazorcas con los niveles de 75 kg/ha y cero kg/ha los cuales son estadísticamente similares, ver tabla 6.

El diámetro de mazorcas al igual que su longitud están determinados por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales. El diámetro de mazorca es un parámetro fundamental para medir el rendimiento del cultivo y está relacionado directamente con la longitud (Saldaña y Calero, 1991).

3.7.2 Longitud de Mazorca

Este componente del rendimiento no se incrementó con la aplicación de los tres tipos de rastrojos en el experimento.

La longitud de mazorca esta influenciado por condiciones ambientales y por la disponibilidad de nutrientes principalmente el Nitrógeno (Betanco et al;1988).

De acuerdo al análisis estadístico realizado a este componente la mayor longitud de mazorca se obtuvo con el nivel de 150 kg/ha de Nitrógeno, seguido del nivel 75 kg/ha y por último el nivel cero kg/ha, en el cual se presentan las mazorcas con el menor diámetro, esto está de acuerdo con lo encontrado por Berger, 1975 quien reporta que al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementa la longitud de mazorca ,ver tabla 6.

3.7.3 Números de granos por hilera

La aplicación de tres tipos de rastrojos no tuvieron un efecto significativo en el estudio de esta variable. En el caso del nitrógeno se sabe que altos niveles de este elemento tiene una influencia positiva sobre los componentes del rendimiento.

El análisis estadístico realizado para ésta variable demuestra que el mayor número de granos por hilera se obtuvo con los niveles de 75 y 150 kg/ha de nitrógeno siendo estadísticamente similares entre sí y el menor número de granos por hilera se obtuvo con el nivel cero de nitrógeno, ver tabla 6. Esto concuerda con lo afirmado por Lemcoff y Loomis (1986) de que en maíz el número de granos esta fuertemente influenciado por el suministro del nitrógeno. Jugenhejmer (1981), determinó que el número de granos por hilera esta relacionado con la longitud y el número de hileras por mazorca.

3.7.4 Número de hileras por mazorca

Los tres tipos de rastrojos utilizados en el ensayo no tuvieron incidencia significativa en el estudio de esta variable ya que ninguno de ellos aumentó el número de hileras en las mazorcas, ocurriendo una situación similar para los tres niveles de nitrógenos evaluados, los cuales no presentaron una significancia estadística positiva en la variable, esto a criterio de nosotros ocurrió debido a que el nitrógeno disponible fue utilizado en su momento por las poblaciones de microorganismos para la realización de sus procesos vitales, ver tabla 6.

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

3.7.5 Total mazorcas dañadas

El número de mazorcas dañadas esta influenciada por factores tales como: densidad poblacional, plagas, características del ambiente y la variedad.

Análisis realizados a los datos obtenidos en este tipo de variable con respecto a los tipos de rastros utilizados en el ensayo indican que no tuvieron ningún efecto significativo sobre dicha variable siendo estadísticamente todos similares, ver tabla 6.

Referente a los análisis realizados para determinar el efecto ejercido por los diferentes niveles de nitrógenos estudiados en combinación con los diferentes tipos de rastros utilizados, se determina que existen diferencias significativas entre ellos tal a como se aprecia en la tabla 6.

El número de mazorcas dañadas se disminuye con los altos niveles de nitrógeno (Cuadra, 1988). Coincidiendo con lo encontrado en el ensayo que al aplicar 150 kg/ha de N_2 se obtuvieron los menores daños de mazorca en comparación con los niveles de 75 y 0 kg/ha de nitrógeno; que aumentan los daños en ese orden respectivamente. Reafirmando estos análisis con lo expresado por Benavides y Siles (1990), quienes concluyen que el no aplicar nitrógeno aumentan el número de mazorcas dañadas.

3.7.6 Peso de 1000 granos

La producción en peso de grano de una planta esta definitivamente afectada por muchos de los factores ecológicos, tales como la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua (Bustamante 1990).

En el análisis de los datos obtenidos en el experimento para el factor rastrojo, se pudo observar que ninguno de los tipos de rastrojos presentaron efecto significativo siendo estadísticamente similares entre si .

Sin embargo el rastrojo cannavalia presento el promedio mas alto con respecto a esta variable, seguido de la combinación maíz + sorgo, ver tabla 6

Con respecto al factor nitrógeno no se presentó significancia con los niveles de cero y 75 kg/ha de nitrógeno, pero si hubo efecto significativo con el nivel de 150 kg/ha de nitrógeno. Esto esta de acuerdo con Lemcoff y Loomis (1986), quienes indican que el peso de 1000 granos esta fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno.

3.7.7 Rendimiento kg/ha

El rendimiento de un cultivo se elabora por etapas sucesivas que determinan el nivel de cada componente del rendimiento (Pedelahore, 1987); además el rendimiento es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre si para luego expresarse en producción por hectárea (Campton, 1985).

Para el caso de los tipos de rastrojos aplicados no hubo respuesta significativa por parte del cultivo, sin embargo el mejor rendimiento obtenido en el ensayo fue el de 5 tn/ha de rastrojo cannavalia en combinación con 150 kg/ha de nitrógeno seguido por la combinación maíz + sorgo + cannavalia, luego maíz + sorgo y por último donde no se aplico ningún tipo de rastrojo, ver tabla 6.

El ANDEVA realizado a los resultados del ensayo indican que hubo diferencias significativas en la respuesta del maíz a las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas.

Se determinó que el rendimiento aumenta al aumentar las dosis de nitrógeno, los mayores rendimientos se obtuvieron con el nivel de 150 kg/ha, luego disminuyen con los niveles de 75 y 0 kg/ha respectivamente. Concordando con lo reportado por clavijo (1984) quién demostró que la fertilización afecta positivamente los rendimientos del maíz, ver tabla 6.

Por otra parte el análisis estadístico nos demuestra que no existe diferencias significativas en el bloque indicándonos que el bloqueo realizado no contribuyó a mejorar la precisión del experimento, ver tabla 7.

Tabla 6. Efecto de los diferentes tratamientos sobre diámetro de mazorcas, longitud de mazorca, número de granos por hilera, número de hileras por mazorca, total de mazorcas dañadas, peso de 1000 granos y rendimiento de granos.

Tipo de rastrojo	Dia. De mazorca (cm)	Long. De mazorca (cm)	Nº de granos por hilera	Nº de hileras por mazorca	total de mazorcas dañadas	peso de 1000 granos	Rend. de grano (kg/ha)
Testigo	4.03 a	11.44 a	21.85 a	12.44 a	21.33 a	97.77 a	2,199.48 a
Maíz + Sorgo	4.04 a	11.64 a	22.07 a	12.12 a	21.44 a	100 a	2,415.86 a
Cannavalia	4.20 a	12.65 a	22.38 a	12.74 a	22.44 a	106.66 a	2,759.35 a
Maíz+Sorgo+cannavalia	4 a	11.82 a	23.96 a	12.82 a	21.33 a	97.77 a	2,444.34 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	7.35	9.69	7.03	3.01	30.64	8.34	34.45
Nivel de nitrógeno							
0	3.86 b	10.3 c	20.15 b	12.22 a	31.08 b	96.66 b	1,661.69 c
75	4.05 b	12.11 b	23.39 a	12.41 a	18 a	98.33 b	2,566.74 b
150	4.29 a	13.25 a	24.17 a	12.95 a	15.83 a	106.66 a	3,135.85 a
ANDEVA	*	*	*	NS	*	*	*
CV (%)	6.74	8.51	7.17	7.61	12.31	9.37	19.77

Tabla 7. Análisis de varianza para el rendimiento

F de V	G de L	S de C	Cuadrado med.	FC	Valor de F
Bloque	2	233152	116576	0.1629237	5.14
Rastrojo	3	1436117	478704	0.6690245	4.76
Error (A)	6	4293152	715525.3		
Nitrógeno	2	1.326469	6632344	28.13892	6.63
Ras * Nit.	6	1966208	327701.4	1.390332	2.74
Error (B)	16	3771200	235700'		
Total	35	2.496451			

IV . CONCLUSIONES

Una vez terminado el trabajo se puede concluir en lo siguiente:

- 1- De los rastrojos utilizados en el ensayo el de cannavalía se descompuso mas rápidamente con el nivel 150 kg/ha de nitrógeno durante todo el ciclo del cultivo.
- 2- El rastrojo cannavalía en combinación con los diferentes niveles de nitrógeno utilizados presento la mas baja relacion C/N (11.3) y por ende aporto la mayor cantidad de nitrógeno (79.5 kg/ha) .
- 3- Los tratamientos seis (Maiz+Sorgo), nueve(cannavalía) y doce (Maiz+Sorgo+Cannavalía) con nivel de 150 kg/ha de nitrógeno respectivamente presentaron los indices de suficiencia de nitrógeno mas altos del ensayo correlacionando estos resultados con los obtenidos en el rendimiento .
- 4- Los diferentes tipos de rastrojos utilizados no ejercen ningún efecto significativo sobre las variables evaluadas en el crecimiento y desarrollo del cultivo exceptuando altura de planta, en el caso del factor nitrógeno este si ejerció un efecto significativo en las variables de altura de planta y altura de mazorca no siendo así en el diámetro del tallo.
- 5- Sobre el rendimiento y sus componentes principales ocurrio una tendencia a aumentar según el tipo de rastrojo aplicado sin llegar a tener efecto significativo. En el caso del nitrógeno si ocurrio efecto significativo de este elemento sobre dicha variable principalmente con el nivel de 150 kg/ha con el que se obtuvo el mayor promedio exceptuando el número de hileras por mazorca.

- 6- Al uso de cualquier tipo de rastrojo se tiene que adicionar nitrógeno ya que este elemento permite mayor descomposición del rastrojo, hay una disponibilidad mas rápida del nitrógeno y como consecuencia se obtiene mayor rendimiento .

V. RECOMENDACIONES

1. Por ser uno de los primeros trabajos realizados de este tipo se recomienda darle un seguimiento mayor para obtener más datos precisos respecto al tema.
2. Montar este tipo de ensayo en otras regiones para estudiar el grado de descomposición del rastrojo bajo diferentes condiciones climáticas.
3. Utilizar el rastrojo cannavalia en otros ensayos ya que de acuerdo a los resultados , este presento los índices de suficiencia de nitrógeno mas altos , mayor descomposición y aportó la mayor cantidad de nitrógeno al cultivo .

VI BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S.R. Y E.L. WORTHEN 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. México.
- ARZOLA. N.O.FUNDORA Y J.MACHADO. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial pueblo y educación. La Habana, Cuba, 461 p.
- ALEXANDER, M. 1980. Microbiología del suelo. Libros y Editoriales S.A. Segunda edición, México, D.F.
- BENAVIDES, D. Y R. SILES, 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Vr. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria. Managua, Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo, 30 p.
- BETANCO, J.A. 1988. Informe final de las áreas de S.G. D.T. 1978-1988, Región IV.
- BERGER, J. 1975. Maíz, su producción y abonamiento. Editorial Científico Técnico. Instituto Cubano del libro. Habana, Cuba, 1975. 204 p.
- BUSTAMANTE, M. 1990. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea maíz* L.) Vr. NB-12. Tesis del Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 32 p.

- CUADRA, M. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógenos, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Vr. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. Tesis del Ingeniero Agrónomo. 25 p.
- CENTENO, J. Y CASTRO, J. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de la maleza y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de diploma Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- CAMPTON, L. P. 1985. La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras; aspectos agronómicos. INISOKMI, CIMMIT, México D.F. pag 37.
- CLAVIJO, S. 1984. Efectos de la fertilización con nitrógeno y de diferentes niveles de infestación por *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera Noetuidae*) sobre los rendimientos del maíz. Rev. Fac. Agronomía (Maracay). V. 13. Nº (1-4). 73-78.
- CAIRO, P. Y QUINTERO, G. 1987. Materia orgánica del suelo. Suelos. Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba. P (58-73).
- FOMENTA. 1996. Publicación Trimestral del Programa Regional de Fomento de la Tracción Animal, El Yuntero, Manejo de Suelos en laderas, pag 17-20 Año II, Número 7.
- FOTH, H. 1987 Fundamentos de la ciencia del suelo, título original: Fundamentals of soil science. Traducido por: Ingeniero Antonio Marino Ambrosio. Editorial Hispanoamericano. S.A. México 433p.

- FUENTES, J . L. 1992. El suelo y los Fertilizantes. Tercera edición. mundiprensa . Madrid, España. 55-58 pp.
- FAO. 1977. Reciclaje de desechos organicos en la agricultura, Informe sobre un viaje de estudio a la R.P de China. pag 106.
- FAO . 1984 . Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes . Roma . Italia 66 pp .
- FAO . 1976 . Materias orgánicas fertilizantes . Boletín de suelos # 27 . Roma , Italia . 183pp.
- FASSBENDER, H. W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales, CATIE. Serie de materiales de enseñanza N° - 29.475 p.
- GONZALES, H. Y BERVIS, L. 1993. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 30 p.
- GREULACH, V Y ADAMS, J. 1980. Las plantas. Introducción a la botánica moderna. Editorial Limusa, México, Pag. 674.
- GONZALES, M. Y. M Y GALLARDO, J. F. 1982. El efecto hojarasca: una revisión. Manuales de edafología y agrobiología. España. Pag (1129-1157).
- HOLDRIDGE, R. L. 1963. Ecología basada en zonas de vida. Editorial. IICA, San José, Costa Rica.216 p

- INPOFOS, Instituto de la potasa y el fósforo. 1994. Análisis foliar: fundamentos y métodos de evaluación. N° 17, Quito, Ecuador. (1-9).p.
- JUGENHEIMER, R. M. 1981. Variedades mejoradas, métodos de control y producción de semilla. 228.p.
- LEMCOFF, J. H. Y R. S. LOOMIS. 1986. Nitrógen influences on yield determination in maize crop science Vol 26 Sep - Oct, 1986.
- LIVIO, E. 1976. Seminario sobre técnicas de producción, secciones de cultivos varios, división Agrícola.
- MAYA, N. C. 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L) en cuatro localidades de Nicaragua). Trabajo de diploma. UNA, Managua, Nicaragua. 32.p.
- MIRANDA, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos MAG-DGTA, CNIGB-DER, Nicaragua 1990. P 57.
- MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1992. Programa nacional de fertilidad de suelo. Folleto N° 11. La importancia de la materia orgánica y abonos orgánicos. Managua, Nicaragua.
- PEDELAHORE, P. 1987. Diagnóstico agronómico de maíz para la región de Masaya, Nicaragua, cooperación francesa. D.G.T.A. / MIDINRA. 94.p.
- ROBLE, S. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, México. 64.p

- RODRIGUEZ, L. M. Y DIAZ, M. J. 1988. Suelos. Editorial Pueblo y educación la Habana, Cuba. 142.p
- SALDAÑA, F. Y CALERO M. 1991. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de maleza en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) .Sorgo (*Sorghum bicolor* Moench) y pepino (*Cucumis sativos* L.). tesis del Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 63.pp.
- SELKE W. 1968. Naturaleza y fundamento del abonado. Los abonos. Editorial Académica. León - España. P (43-48).
- SWIFT, M. J ; HEAL, O. W ; ANDERSON, J. M 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. California, California University Press. 372p.
- TAPIA, V. H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de semillas INRA-PROAGRO. Managua, Nicaragua. P 196.
- TISDALE, S. Y NELSON, W. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Título original Soil Fertility and fertilizans, traducido por Doctor Jorge Balasch. Lic. Carmen Piña. Editorial Hispanoamericano S.A. de C. V, México. P. 744.
- VILAS BOAS, O. 1990. Descomposición de la hojarasca y mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo bajo cuatro sistemas agroforestales, en Turrialba, Costa Rica. 144.p.
- WHITE, J. W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol; investigación y producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia. P (16-20).

WALLIS, J. A. N. 1960. Note an grasses for mulching coffee. Kenya coffee 25 (297), p (366-367).

VII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de descomposición de rastrojos de los diferentes tratamientos en estudio (g/m²). Laboratorios de suelo UNA.

Tratamiento	Etapas fenológicas del cultivo			
	INI	35 dds	65 dds	110 dds
T4	500	342.5	314.5	299.5
T5	500	315.0	291.0	281.5
T6	500	310.5	256.5	224.5
T7	500	278.0	241.5	204.5
T8	500	245.0	232.5	185.0
T9	500	250.5	194.0	151.3
T10	500	335.0	270.0	224.5
T11	500	312.5	243.0	205.0
T12	500	274.5	241.0	169.0

Anexo 2. Relación carbono/nitrógeno de los diferentes tratamientos.
Laboratorio de Suelos (UNA).

Tratamiento	Etapas fenológicas del cultivo			
	INI	35 dds	65 dds	110 dds
T4	47	40.7	32.0	26.0
T5	47	39.3	29.0	23.0
T6	47	36.3	25.3	19.0
T7	59	30.7	26.3	18.0
T8	59	27.3	24.7	15.0
T9	59	26.7	20.0	11.3
T10	47	37.3	29.7	22.3
T11	47	35.7	27.0	20.0
T12	47	30.0	25.6	18.0

Anexo 3. Datos promedios del índice de suficiencia de nitrógeno en cultivo de maíz. CENIA, 1996.

Índice de suficiencia de nitrógeno			
Tratamiento	Fase vegetativa	Fase floración	Cosecha
T1	86	85	70
T2	95	97	80
T3	96	98	85
T4	82	75	59
T5	93	90	64
T6	95	98	82
T7	81	80	57
T8	93	96	75
T9	100	100	100
T10	81	79	55
T11	90	97	58
T12	94	98	71

$$\text{ISN} = \frac{\text{Volumen promedio de lecturas}}{\text{Lectura promedio de lista de referencia}} \times 100$$

Lectura promedio de lista de referencia