

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
UNA
FACULTAD DE AGRONOMIA
(FAGRO)
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE NIVELES DE RASTROJO Y NIVELES DE NITROGENO EN EL
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ
(Zea mays L.), VARIEDAD NB-12.**

**AUTOR
Br. XOCHILT MARTHA FUENTES ESCOTO**

**ASESORES
Ing. LEDA MARIA CORDOBA PAVON
Ing. ARIEL ESPINOZA SALINAS
Ing. CAMILO SOMARRIBA**

MANAGUA - NICARAGUA 1998

DEDICATORIA

En este día cuando cosecho el fruto de lo que hace unos años cultive, quiero dedicar, este trabajo de diploma con el mayor respeto, admiración y cariño que se merece, A la Ing. Leda María Córdoba Pavón (q.e.p.d) por su valiosa participación en la elaboración de este trabajo, ya que sin su ayuda no hubiese sido posible la culminación del mismo. Aunque ahora no este presente físicamente la tendremos presente, ella fue uno de los principales pilares para la elaboración del presente trabajo. Su ejemplo seguirá presente en nuestras vidas por siempre. Dedicado el trabajo de diploma a Ing. Leda María Córdoba Pavón (q.e.p.d). Dios mío, ya que nos habéis privado de su presencia, cúmplase en todo vuestra santísima voluntad.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por la superación, para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.

Lo dedico en primer lugar a Dios por haberme dado sabiduría, fuerza por ofrecerme una opción de superación para llegar a ser útil a mi familia y a mi país.

A mis padres : Manuel H. Fuentes Flores y Marlene Ecoto López. sin su ayuda no hubiese sido posible realizar éste trabajo de tesis.

A mis hermanos: Alma, Manuel, Francis Fuentes Escoto.

A mis tías: Antinia López Escoto y Bemilda López Escoto.

A todas las personas humildes de nuestra patria, al Obrero, a los productores, a la mujer campesina y trabajadora.

A Giovani Sabella. (ITALIA).

A Chiluito, a Platita, a Doña Mercedes Madrigal. (UNA)

A la Profesora Leda Córdoba Pavón (q.e.p.d.) por su ayuda incondicional , su asesoría en este trabajo y por su valiosa amistad.

AGRADECIMIENTO

A Dios ante todo por su protección y guía

A mis padres : Manuel Humberto Fuentes Flores y Marlene Escoto López.

A Giovani Sabella , por su ayuda incondicional durante todos estos años de estudio y durante la realización de mi trabajo de tesis.

A CNIA-INTA. A los ingenieros : Agustín Castillo, Ariel Espinoza, Isidro Salinas, Víctor Arana, Marcos Pacheco, Inés Lacayo, Yelbita Fuentes.

A Gerardo Lutter por su amistad y solidaridad. (ITALIA)

A Leana Bello y Leana Nuñez (UNICARAGUA), por su valiosa ayuda y amistad.

A los Ingenieros : Leda María Córdoba (q.e.p.d) y Ariel Espinoza, por su valiosa asesoría.

Al Ingeniero Camilo Somarriba por su ayuda incondicional y por brindarme su apoyo en el momento más difícil que pase al elaborar éste trabajo de tesis.

A mis amigos : Aida, Nora, Yamilett, Flor de Liz, Ivania, Rosa, Miguel, Eufrecia, Jessenia, Lea, Margarita, Noemi, Mario, Gasy, Laura, Johana, Refael, Karla, Oliver, Nelson, Víctor, Barquero. A mis queridos amigos (os) de primer año por la compañía brindada en este año 1998.

A Doña Tereza y Rosa Hernández, Silvia Jiménez.

A la Facultad de Agronomía especialmente a Carolina Padilla.

A la Universidad Nacional Agraria y a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a la realización de éste trabajo.

RESUMEN

El objetivo de éste experimento fue generar criterios técnicos para el manejo de suelo, fundamentados en la evaluación de (5t/ha) de rastrojo de maíz con 0 y 100 kg/ha de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz). Este se estableció en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA). Ubicado en el Km 14 Carretera Norte, Managua. El diseño utilizado fue un Bifactorial arreglado en Bloque Completo al Azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables principales fueron: mediciones sobre el proceso de descomposición de rastrojo, relación C/N, suficiencia de nitrógeno y rendimiento. Los resultados indican diferencia en el rendimiento en los cuatro tratamientos: T1 2748 kg/ha; T2 4546 kg/ha; T3 2497 kg/ha; T4 4449 kg/ha. El T1 es el testigo, T2 100kg/ha de nitrógeno, T3 5t de rastrojo, T4 100 kg/ha de nitrógeno y 5 t de rastrojo. También se determinó que el proceso de descomposición del rastrojo fue más rápido donde se utilizó nitrógeno (65-75dds). En el caso donde se utilizó solo rastrojo el rendimiento fue el menor de todo, lo que indica que el material vegetal utilizó las reservas del nitrógeno del suelo para descomponerse (fue más lento). En conclusión el uso de rastrojo del maíz como mantillo debe acompañarse de nitrógeno (100 kg/ha de nitrógeno más 5t de rastrojo), ya que incrementa el rendimiento del maíz, su proceso de descomposición es más rápido, se mejoran las propiedades físicas - químicas del suelo y se protege contra la erosión.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
Indice de tablas	i
Indice de figuras	ii
Resumen	iii
I-INTRODUCCION	1
II- MATERIALES Y METODOS	3
2.1-Ubicación del área experimental	3
2.2- Zonificación Ecológica	3
2.3- Tipo de suelo	3
2.4- Diseño experimental	6
2.5- Dimensiones del ensayo	6
2.6- Variables evaluadas	7
2.6.1- Descomposición de rastrojo	7
2.6.2- Contenido químico de C/N en el suelo	7
2.6.3- Indicador del contenido de clorofila	7
2.6.4- Variables de crecimiento y desarrollo	7
2.6.5- Componentes del rendimiento	8
2.7- Manejo agronómico del experimento	8
2.8- Análisis estadístico	9
2.9- Análisis económico	9

III- RESULTADOS Y DISCUSION	10
3.1- Crecimiento y desarrollo	10
3.1.1- Altura de planta	10
3.1.2- Altura de inserción de la mazorca	11
3.2- Componentes del rendimiento	12
3.2.1- Plantas cosechadas	12
3.2.2-Plantas acamadas	13
3.2.3-Números de mazorcas cosechadas	14
3.2.4-Númerode mazorcas podridas	16
3.2.5- Longitud de mazorca	17
3.2.6- Diámetro de mazorca	18
3.2.7- Número de granos por hilera	18
3.2.8- Número de hileras por mazorca	19
3.3- Relación Carbono - Nitrógeno (C/N)	21
3.3.1- Descomposición del rastrojo	23
3.3.2-Contenido de clorofila en el follaje	25
3.3.3- Aporte de Nitrógeno del rastrojo	27
3.3.4- Rendimiento del grano	28
3.3.5- Análisis económico de los tratamientos	30
IV- Conclusiones	31
V- Recomendaciones	32
VI- Bibliografía	33

INDICE DE TABLA

CONTENIDO	Pág.
1- Resultados del análisis físico - químico del suelo donde se estableció el ensayo	5
2- Descripción de los tratamientos en estudio	6
3.- Dimensiones del ensayo en estudio	6
4- Evaluación de la altura de planta (cm) y altura de inserción (cm) a los 35 y 65 dds respectivamente.	12
5- Evaluación de las variables plantas cosechadas, plantas acamadas, mazorcas cosechadas y mazorcas podridas por ha.	16
6- Evaluación de las variables diámetro y longitud de mazorca (cm), número de granos por mazorca por hilera y número de hilera por mazorca.	20
7- Toma de datos del clorofilómetro en diferentes etapas del cultivo (%).	26
8.- Evaluación del rendimiento del cultivo en los tratamientos en estudio en el cultivo del maíz (Zea mays L.)	29
9.- Análisis económico de los tratamientos en estudio.	30

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
1- Datos de Precipitación (mm) y Temperatura °C ocurridos en el CNIA, durante 1996.	4
2- Relación (C/N) de los tramientos en estudio	23
3- Descomposición del rastrojo durante la fase de crecimiento y desarrollo del cultivo	24
4- Aporte de Nitrógeno por el rastrojo del maíz en las diferentes etapas del cultivo.	28

I. INTRODUCCION

El cultivo del Maíz (*Zea mays L*) juega un papel importante a nivel mundial, ocupa el tercer lugar, entre los cereales y se cultiva en muchos mas países que cualquier otro cultivo. En Nicaragua constituye uno de los cultivos básicos de mayor importancia, no solo por la superficie designada para su producción sino por el potencial que presenta por sus múltiples usos y la capacidad de asociarse con otros cultivos, que son utilizados como abono verde, forraje y en muchos casos como alimento. (Mateos,1969)

En la región Centro Americana más del 60% del maíz se siembra en suelos de laderas típicamente con métodos de degradación que erosionan rápidamente los suelos. Ante este contexto, el programa regional del maíz (PRM) ha venido impulsando nuevas investigaciones, en cuanto a la repuesta del maíz a la labranza conservacionista usando los residuos anteriores como mantillos superficiales (H Sosa, 1988).

En Nicaragua diferentes instituciones realizan trabajos orientados a proteger el suelo, a pesar de este esfuerzo son poco los resultados que se han podido obtener. El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), a través del Programa Suelos y Agua del Centro Nacional Investigación Agropecuaria (CNIA), como entidad rectora de la generación y transferencia hace esfuerzos puntuales, aplicados y dirigidos a solventar el problema del deterioro del suelo, mediante investigación y validación de trabajos sobre manejo de suelos utilizando rastrojo .

El presente trabajo orientado en esta dirección y como respuesta a la problemática planteada, se basa en aplicar fertilizante mineral al suelo para acelerar la descomposición de los desechos y facilitar el aprovechamiento de los nutrientes.

La cantidad existente de esta materia orgánica que puede ser usada como abono, es poca debido a que se emplea en grandes cantidades como alimento de animales y como combustible, las pocas cantidades de materia orgánica se usan para hacer compost mezclado con excremento. La materia orgánica de fibras largas como tallos de maíz y sorgo se cortan y se combinan con materia rica en Nitrógeno asegurando la debida relación de Carbono - Nitrógeno (25:1) para que su descomposición sea rápida y efectiva (FAO ,1977).

Este trabajo se realizó con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) mediante el Programa de Suelos y Agua en colaboración con la Universidad Nacional Agraria (UNA), a través de la Facultad de Agronomía (FAGRO), con los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del rastrojo más fertilizante nitrogenado en el rendimiento del cultivo de maíz.
- Evaluar en términos económicos el efecto de los tratamientos en el rendimiento de maíz.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación del área experimental

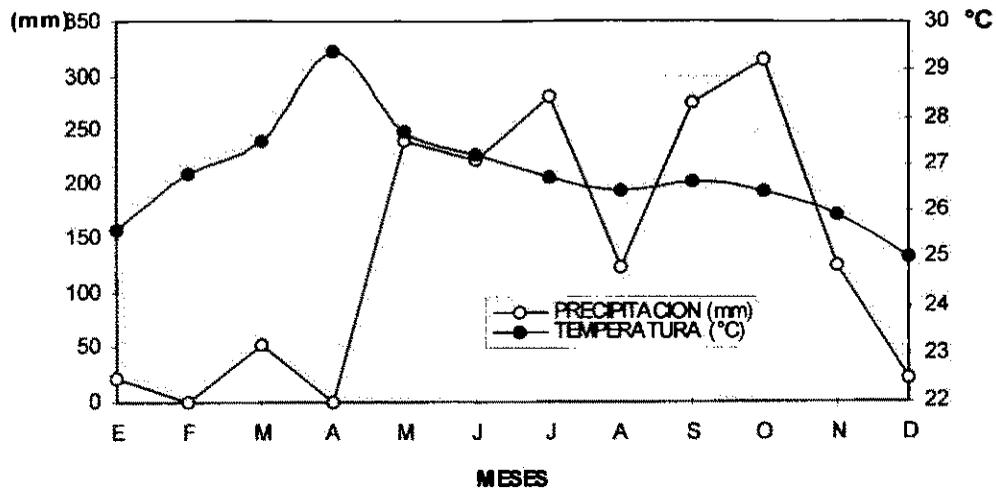
El experimento se estableció en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (C.N.I.A.), del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, ubicado en el km 14 carretera norte. Localizado en Managua a 56 msnm, con Coordenadas (12° 08') Latitud Norte y (86° 10').

2.2. Zonificación Ecológica

Corresponde a una zona de vida de bosques tropicales con transición a bosques sub tropicales. Las lluvias se distribuyen de Mayo a Diciembre con precipitaciones de 1100 a 1300 mm/año, siendo la temperatura media anual de 26.8 °C. En la Figura 1. se presentan los datos de precipitación (mm) y temperatura (°C) Ocurridos en 1996.

2.3. Tipo de suelo

El suelo del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), pertenece al orden Andosol Serie Sabana Grande y presenta un horizonte superficial de Carbonato de Calcio , su textura es Franco Arenoso, con una pendiente de 0 a 1.5 %, estos presentan una alta saturación de base e intercambio catiónico encontrándose en una etapa intermedia de su evolución.



Fuente: Estación Metereológica del Aeropuerto Augusto Cesar Sandino.

FIGURA. 1 Datos de Precipitación (mm) y Temperatura (°c) ocurridos en el CNIA, durante 1996.

Tabla 1. Análisis físico - químicos del suelo donde se estableció el ensayo.

Tipo de suelo	Franco arenoso
Textura	Franco
PH	7.3
Densidad aparente	1.2 gr/m ²
Materia Orgánica	3.6 %
Nitrógeno total	0.18 %
Potasio total	3.05 ppm
Fósforo total	10.9 ppm
Calcio total	18.5 ppm
Magnesio total	14.0 ppm
Hierro total	2.0 ppm
Manganeso total	0.18 ppm
Zinc total	0.24 ppm
Cobre total	0.72 ppm
Arcilla	22.5 %
Limo	37.5 %
Arena	40 %

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua. U.N.A.

2.4. Diseño experimental

En el presente trabajo se estableció un experimento Bifactorial arreglado en Bloques completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones. Los tratamientos incluidos en el estudio se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio

1	0	0
2	100	0
3	0	5
4	100	5

2.5. Dimensiones del ensayo

Cada tratamiento estuvo constituido por parcelas de 8 surcos, de 10 m de longitud, y separados a 0.8 m la distancia entre parcela de 1.0 m.

Tabla 3. Dimensiones del ensayo en estudio

Area de la parcela	$8\text{ m} * 8\text{ m} = 64\text{ m}^2$
Area de la repetición	$64\text{ m} * 4 = 256\text{ m}^2$
Area de 4 replicas	$256\text{ m} * 4 = 1024\text{ m}^2$
Area entre repetición	$32\text{ m} * 3 = 96\text{ m}^2$
Area total	$1024\text{ m}^2 + 96\text{ m}^2 = 1120\text{m}^2$

2.6. Variables Evaluadas

2.6.1. Descomposición del Rastrojo

Este parámetro se midió mediante la observación visual, se observa que con el paso del tiempo el rastrojo colocado al inicio va disminuyendo notablemente, esto debido a que el rastrojo ha sido desintegrado por la presencia de los microorganismos. También se midió una cantidad determinada (1000 gramos) de rastrojo en diferentes momentos del ciclo del cultivo: a los 0, 30, 65, 110 dds. Determinando en estos diferentes momentos el peso del rastrojo.

2.6.2. Contenido químico de Carbono y Nitrógeno en el suelo

Se determinó tomando muestras de suelo a una profundidad de 20 cm, las que se analizaron en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria, antes de realizar la siembra del cultivo.

2.6.3. Indicador del contenido de clorofila

Se determinó utilizando el clorofilómetro, las tomas de datos se realizaron a los 30, 65 y 110 dds, sobre una muestra de 12 plantas por parcela utilizando de cada planta la hoja que se encuentra debajo de la mazorca.

2.6.4. Variables de crecimiento y desarrollo

Altura de planta : a los 30 y 56 DDS, tomando 12 plantas al azar de la parcela útil midiendo desde la base del tallo, hasta la última lígula extendida.
Al igual se evaluó la altura de inserción de la mazorca a los 65 dds.

2.6.5. Componentes del rendimiento (se determinaron en el área útil de la parcela) al momento de la cosecha evaluándose las siguientes variables.

- Plantas acamadas.
- Número de plantas cosechadas.
- Número de mazorcas cosechadas.
- Número de mazorcas podridas.
- Diámetro y longitud de la mazorca en centímetros.
- Número de granos por hileras.
- Número de hileras por mazorcas .
- Rendimiento.

2.7. Manejo Agronómico del experimento

La preparación del terreno consistió en un pase de arado, uno de grada y el rayado final. Para el establecimiento del cultivo se utilizó la variedad NB - 12, variedad intermedia de 110 días a madurez fisiológica, recomendada para la siembra de primera, postrera y postreron por su potencial de rendimiento y su tolerancia al achaparramiento, siendo su grano semicristalino de color blanco. Dicha variedad es preferida por los agricultores por su buena cobertura de tuza. (COSUDE, 1996).

El rastrojo (Mantillo) que se utilizó fue Maíz, el cual se dispersó entre las calles del cultivo. La siembra se realizó de forma manual a una densidad de 53,000 plantas por hectárea, efectuándose la cosecha también de forma manual a los 110 días en la parcela útil.

2.8. Análisis Estadístico

Las pruebas estadísticas realizadas fueron análisis de varianza y separación de medias.

2.9. Análisis Económico

Se realizó el análisis económico de los tratamientos en estudio para determinar su rentabilidad, considerando los siguientes aspectos: beneficio bruto, beneficio neto, costos fijos, costos variables, tasa de retorno marginal.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Crecimiento y Desarrollo

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 entiende por **Crecimiento**: al cambio en volumen o en peso, es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base a parámetros tales como anchura, longitud tanto de planta como de mazorca y acumulación de materia seca. El **Desarrollo** es un fenómeno cualitativo y se refiere al proceso de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos o eventos sucesivos. (White, 1995).

3.1.1 Altura de planta

La altura de la planta, es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son trasladados al grano durante el llenado del mismo. Además está fuertemente influenciado por condiciones ambientales como: temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz. (Cuadra, 1988). Yogodin (1982), plantea que la altura de planta se ve influenciada por factores importantes como son los nutrientes.

En el análisis realizado la altura de planta a los 30 y 65 dds no presentó diferencia significativa, esto sugiere que la aplicación de nitrógeno no influyó en esta variable. No coincidiendo con Yogodin (1982).

El factor rastrojo tampoco presenta diferencia significativa, el comportamiento fue similar; sin embargo, se obtuvo mayor altura en el tratamiento donde aplicamos 5t / ha de rastrojo. (Tabla 4).

3.1.2. Altura de inserción de la mazorca

La altura de inserción de la mazorca es un factor que está íntimamente relacionado con los rendimientos del cultivo. La altura de inserción de la mazorca es una variable de igual importancia que la altura de la planta porque facilita la cosecha mecanizada. (Baca ,1989). Reyes (1990), plantea que ésta variable, es un elemento que contribuye notablemente al rendimiento del grano en el maíz ya que las hojas superiores y las del medio de las plantas de maíz son las principales suplidoras de carbohidratos a la mazorca y al grano. Mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca, ésta tendrá más hojas que la proveen de nutrientes y por ende se traduce en un mayor rendimiento del grano

El análisis de varianza realizadas no presentó diferencias significativas; sin embargo, en el tratamiento 100 kg de N/ ha se obtuvo menor altura de inserción coincidiendo con Reyes (1990) antes citado, quien indica que mientras menor sea la altura de inserción de la planta, ésta tendrá más hojas que la proveren de nutrientes.

En el factor rastrojo no existe diferencia significativa; sin embargo, en el tratamiento donde se aplicó 5 t/ha se obtuvo menor altura de inserción coincidiendo con Reyes (1990), quien plantea que a menor altura de inserción de mazorca, ésta tendrá más hojas que le proveen de nutrientes y por ende esto se traduce en un mayor rendimiento del grano en el cultivo. (Tabla 4)

Tabla 4. Evaluación de la altura de planta (cm) a los 30 y 65 DDS y altura de inserción (cm) a los 65 DDS.

Nivel de N	Alt. de pta. 25-30 dds (cm)	Alt. de pta 65dds (cm)	Alt. de inserción 65 dds (cm)
0 Kg /ha	24.96 a	195.87 a	114.63 a
100 Kg/ ha	24.95 a	178.00 a	107.62 a
C V%	9.33	7.41	8.17
ANDEVA	NS	NS	NS
Rastrojo			
0 Tn/ ha	25.81 a	185.00 a	114.87 a
5 Tn/ ha	26.34 a	188.87 a	107.37 a
C V %	9.33	7.41	8.17
ANDEVA	NS	NS	NS

3.2. Componentes del rendimiento

Los componentes del rendimiento pueden ser definidos de varias formas , pero todos se basan en una serie de factores que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento. (White , 1985).

3.2.1. Plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas es uno de los componentes más importante para determinar el rendimiento del maíz, por la cobertura que proporciona disminuyendo la competencia con la maleza.

Por otra parte densidades poblacionales demasiado alta aumenta la competencia intraespecifica lo que puede causar que se obtengan mazorcas pequeñas y un incremento de en la proporción de plantas que no producen mazorca, facilita el acame de tallo, lo que dificulta la recolección de la cosecha, obteniendo como resultado bajos rendimientos. (Orozco , 1996).

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza no se apreciaron diferencias significativas en cuanto al número de plantas cosechadas, (tabla 5); Sin embargo, se encontró que el mayor valor se obtuvo en el tratamiento donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha, indicando que la aplicación de nitrógeno al cultivo de maíz favorece el número de plantas cosechadas. En relación a la aplicación de rastrojo no se presentó diferencia significativa, aunque el mayor número de plantas cosechadas con el tratamiento donde se le aplicó 5 t de rastrojo/ha, coincidiendo con (Zea y Bolaños, 1996), quienes plantean que el uso de mantillo se equilibra aplicando niveles altos de Nitrógeno (100-150 kg/ha). El mantillo contiene una relación C/N alta por tanto es necesario aplicar nitrógeno para acelerar su descomposición.

3.2.2. Plantas acamadas

Altos niveles de nitrógeno ocasionan una mayor producción de tejidos y un mayor peso de plantas ; mientras que altas densidades de poblaciones disminuyen el diámetro del tallo, incrementando la susceptibilidad de la planta de maíz al acame, en estas condiciones plantas con menor diámetro son más afectadas por el viento. (Cuadra, 1988).

Al realizar el análisis de varianza y separación de medias no se presentó diferencia significativa,(Tabla 5); sin embargo, se obtuvo menor número de plantas acamadas donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha, no coincidiendo con Arzola *et. al* (1981), quienes plantean que el nitrógeno aumenta la susceptibilidad de las plantas al acame, atribuible al efecto de éste elemento a aumentar el peso, la altura y el área foliar, sin que al mismo tiempo aumente la resistencia en las partes basales lo suficiente como para contrarrestar el aumento del momento de inercia de la planta respecto a la base. Los resultados se presentaron de esa manera debido a que influyen otros factores ambientales principalmente el factor eólico que es uno de los mas importantes.

La influencia del factor rastrojo sobre las plantas acamadas no presentó diferencia significativa; sin embargo, el tratamiento donde se aplicó rastrojo 5 t /ha de rastrojo presentó mayor número de plantas acamadas. Debido a factores climáticos principalmente el factor eólico.

3.2.3. Número de mazorcas cosechadas

Las mazorcas cosechadas están íntimamente relacionada con los rendimientos del cultivo. Condiciones ambientales edáficas óptimas y un manejo agronómico adecuado tienen efectos favorables en el normal desarrollo y crecimiento del cultivo. Estas condiciones en las plantas de maíz favorecen el desarrollo de las yemas vegetativas y reproductivas, asegurando así un mayor número de mazorca por unidad de área. Además ésta variable está influenciada por la densidad poblacional usada y por las características de la variedad. (Orozco , 1996)

Según los resultados obtenidos del ANDEVA no se encontró diferencia significativa (Tabla 5); sin embargo, se obtuvo mayor número de mazorca cosechadas donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha, esto coincide con Tanaka y Yamaguchi (1984), quienes consideran que en el número de mazorca está estrechamente relacionado con la cantidad de planta que existe en un área determinada al final de ciclo de cultivo y con la disponibilidad de nitrógeno, ya que si hay una provisión adecuada de éste elemento, el número de mazorca por unidad de área aumenta.

La aplicación de rastrojo en el cultivo no presentó diferencias significativas, pero donde se aplicó 5 t/ha de rastrojo se obtuvo un mayor número de mazorcas cosechadas, coincidiendo con Power y Doran (1984) quienes plantean que las técnicas agrícolas como aplicación de rastrojo, mínima labranza, rotación de cultivo etc, tienden a conservar el nitrógeno en el sistema suelo/planta, lo que da como resultado el nitrógeno orgánico del suelo. Por tanto existe disponibilidad de nitrógeno en el suelo, lo cual favorece el aumento de mazorcas cosechadas.

Tabla 5. Evaluación de las variables plantas cosechadas, plantas acamadas, mazorcas cosechadas y mazorcas podridas por ha.

Niveles de N	Plantas Cosechadas	Plantas Acamadas	Mazorcas Cosechadas	Mazorcas Podridas
0 kg/ha	30820.31 a	3945.31 a	34921.88 a	8828.125 a
100 kg /ha	33476.56 a	3320.31 a	35742.19 a	8789.0 a
CV %	8.70487	32.59876	13.54278	23.62342
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
Rastrojo				
0 t /ha	31875.0 a	3554.69 a	33125.0 a	8242.19 a
5 t /ha	32421.88 a	3710.94 a	37187.5 a	9375.0 a
CV %	8.70487	32.59876	13.54278	23.62342
ANDEVA	NS	NS	NS	NS

3.2.4. Número de mazorca podridas

La variable mazorcas podridas está influenciadas por diferentes factores como: características del ambiente, densidad poblacional y características de la variedad. También influye otros factores tales como: ataque de plagas, humedad y altas aplicaciones de fertilizantes (Poey, 1973).

El análisis de varianza muestra que no existe diferencia significativa, (Tabla 5); sin embargo, un mayor número de mazorcas podridas se presentó donde no se aplicó 100 kg/ha de Nitrógeno. Coincidiendo con Cuadra (1988), Benavides y Siles (1990), quienes concluyen que la no aplicación de nitrógeno aumenta el número de mazorca podridas. El análisis de varianza para los tratamiento donde se aplicó rastrojo no presentó diferencia significativa; sin embargo el tratamiento donde se aplicó 5 t de rastrojo/ha presentó el mayor número de mazorcas podridas. No coincidiendo con Zea y Bolaños (1996), quienes plantean que la pudrición de mazorca está asociado con bajo niveles de nitrógeno, más que con los niveles altos de mantillo. Cuando se aplica rastrojo al suelo éste utiliza el Nitrógeno de reserva provocando inmovilización del nitrógeno.

3.2.5. Longitud Mazorca

La longitud de mazorca es uno de los componentes más importantes en rendimiento del cultivo de maíz y está influenciado por condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de mazorca dependerá de la humedad del suelo, del nitrógeno y la radiación solar (Adetiloye *et al* 1984).

El análisis de varianza y separación de medias de esta variable no presenta diferencia significativa,(Tabla 6), pero la mayor longitud de mazorca la presenta el tratamiento donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha, coincidiendo con Berger (1974), quien plantea que a medida que aumenta la dosis de nitrógeno, aumenta el tamaño de mazorca.

Para el factor rastrojo el ANDEVA no presentó diferencia significativa; sin embargo, favorece al cultivo, ya que la aplicación de rastrojo en el cultivo del maíz viene a mejorar sus condiciones y por tanto existe mayor aprovechamiento en cuanto a nutrientes y agua, coincidiendo con lo planteado por Power y Doran, (1984),

El ANDEVA realizado no presentó diferencia significativa (Tabla 6), pero se puede señalar que en el tratamiento donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha se obtuvo menor número de granos por hileras, no coincidiendo con Cordón y Gaitan, (1993), antes citados. En cuanto al factor rastrojo tampoco el ANDEVA presentó diferencia significativa.

3.2.8. Número de hileras por mazorca.

El número de hileras por mazorca está en dependencia del diámetro de 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 y Castro, 1993).

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa (Tabla 6); sin embargo, el tratamiento donde se aplicó nitrógeno 100 kg/ha obtuvo menor número de hileras por mazorca no 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.

Estos resultados se deben a que la variable hileras por mazorca está influenciada por factores genéticos. Para el factor rastrojo el ANDEVA no presentó diferencia significativa.

Tabla 6. Evaluación de las variables diámetro y longitud de mazorca (cm), número de grano por hilera y número de hilera por mazorca.

Niveles de nitrógeno	Diámetro Maz. (cm)	Long de maz. (cm)	Granos/hilera (cm)	Hilera / maz. (cm)
0 kg/ha	12.78 a	15.75 a	30.75 a	13.12 a
100 kg/ha	12.79 a	16.79 a	29.75 a	13.0 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV %	3.02	4.69	7.75	5.45
Rastrojo				
0 t/ha	12.75 a	16.06 a	30.5 a	13.12 a
5 t/ha	12.78 a	16.47 a	30.0 a	13.0 a
CV	3.02	4.69	7.75	5.45
ANDEVA	NS	NS	NS	NS

3.3. Relación C/N en el Suelo

La relación carbono-nitrógeno (C/N) de la materia orgánica del suelo es aproximadamente 10 :1 como regla general, cuando a los terrenos, se agregan materiales orgánicos con la relación C/N mayor de 30 hay una inmovilización del nitrógeno de terreno durante el proceso de descomposición inicial. Para relaciones 20-30, puede que no haya inmovilización, ni liberación de nitrógeno mineral. Si los materiales orgánicos tienen una relación C/N menor que 20 hay usualmente una liberación de nitrógeno mineral al principio del proceso de descomposición (Tisdale y Nelson, 1988). Foth (1987), señala que la razón C/N de los materiales orgánicos es un indicador de las probabilidades de que ocurra escasez de Nitrógeno y de que haya competencia entre los microorganismos y las plantas superiores por el Nitrógeno disponible.

En la Figura 2 se observa la tendencia de disminución de la relación C/N en el tiempo lo que indica la rapidez con que se descompuso el rastrojo durante sus diferentes etapas fenológicas. Al momento de la siembra, según el análisis de laboratorio la relación C/N fue de 50, a los 30 dds se observa los valores de la relación C/N en la cual donde no se aplicó Nitrógeno la relación C/N fue mas alta de (30.2) que donde se aplicó Nitrógeno (23.5), esto debido a que los microorganismos tomaron parte del Nitrógeno de reserva del suelo provocando inmovilización del Nitrógeno del rastrojo. A los 65 dds también se observa que donde no se aplicó Nitrógeno la relacion C/N, es mayor (23) mientras que donde se aplicó la relacion fue de (17). Al momento de la cosecha los valores promedios de la relación son similares, debido que en esta época casi todo el material agregado esta totalmente descompuesto, coincidiendo con Tisdale y Nelson (1988),

quienes plantean que los materiales orgánicos con una relación C/N mayor de 30 agregados a los terrenos hay probabilidad de inmovilización del nitrógeno del terreno durante el proceso de descomposición inicial.

Donde se aplicó Nitrógeno hubo una mayor descomposición del material vegetal, coincidiendo con (Arzola *et al* ,1981) , quienes plantean que se debe utilizar un fertilizante nitrogenado para disminuir la relación C/N y aumentar la microflora del suelo provocando que el carbono sea limitante en un plazo más corto y por falta de este la población microbiana comience a decrecer aumentando la disponibilidad del nitrógeno mineral del suelo .

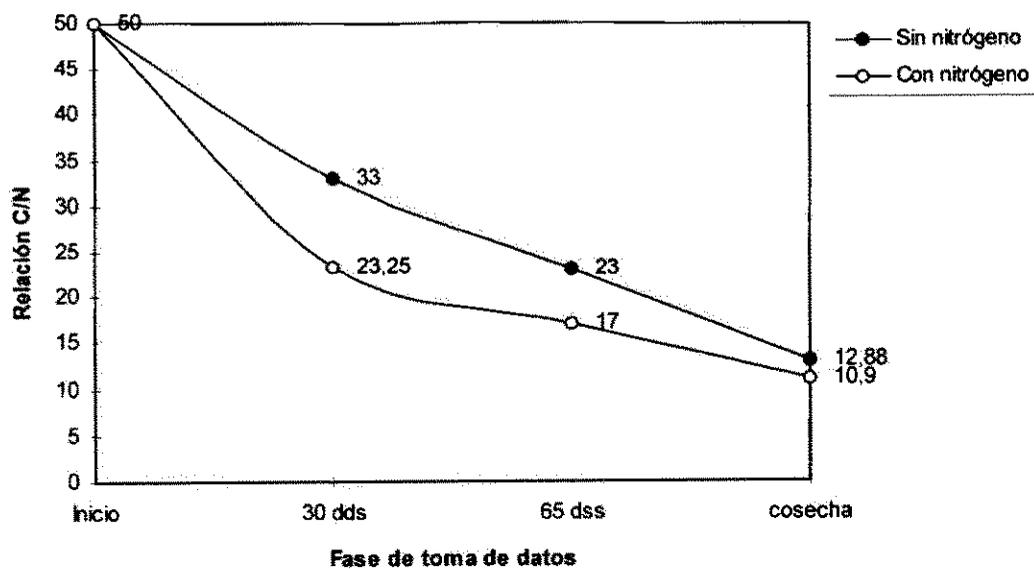


Figura 2. Relación C/N de los tratamientos en estudio en las diferentes etapas del cultivo.

3.3.1. Descomposición de Rastrojo

Los microorganismos desintegradores de la materia orgánica se multiplican muy activamente cuando tienen a disposición energía y nutrientes asimilables especialmente nitrógeno, necesario para sintetizar las proteínas. Cuando incorporamos al suelo material fácilmente degradable los microorganismos proliferan con rapidez. Si ese material no tiene suficiente nitrógeno para cubrir la demanda de los microorganismos, estos lo toman del suelo y al cabo de poco tiempo el suelo queda empobrecido de este elemento.

Puede ocurrir que la demanda de nitrógeno sea superior a la existente en el suelo en este caso habrá que aportarlo. En la Figura 3, observamos como con las aplicaciones de nitrógeno, el material vegetal tiende a descomponerse mas rapidamente, que donde no se aplicó nitrógeno .

Coincidiendo con (Zea y Bolaños, 1992), quienes sugieren que para evitar el impacto negativo que produce el uso de mantillo superficial sobre el rendimiento del grano de maíz se debe considerar una dosis relativamente alta de nitrógeno(100-150 kg/ha).

En la Figura 3, se observa que a partir de los 30 dds en el tratamiento con nitrógeno la descomposición del rastrojo aumenta, debido que al aplicar nitrógeno la influencia de los microorganismos es mayor, permitiendo una desintegración rápida lo que produce una disminución en el efecto de competencia por nitrógeno. A los 65 dds se observa una disminución de la tasa de descomposición del rastrojo, debido a que la población microbiana va disminuyendo, esto produce liberación del nitrógeno. Al momento de la cosecha el rastrojo agregado al terreno se ha descompuesto totalmente debido al trabajo desintegrador de los organismos los cuales actúan con la disposición de energía y nutrientes .

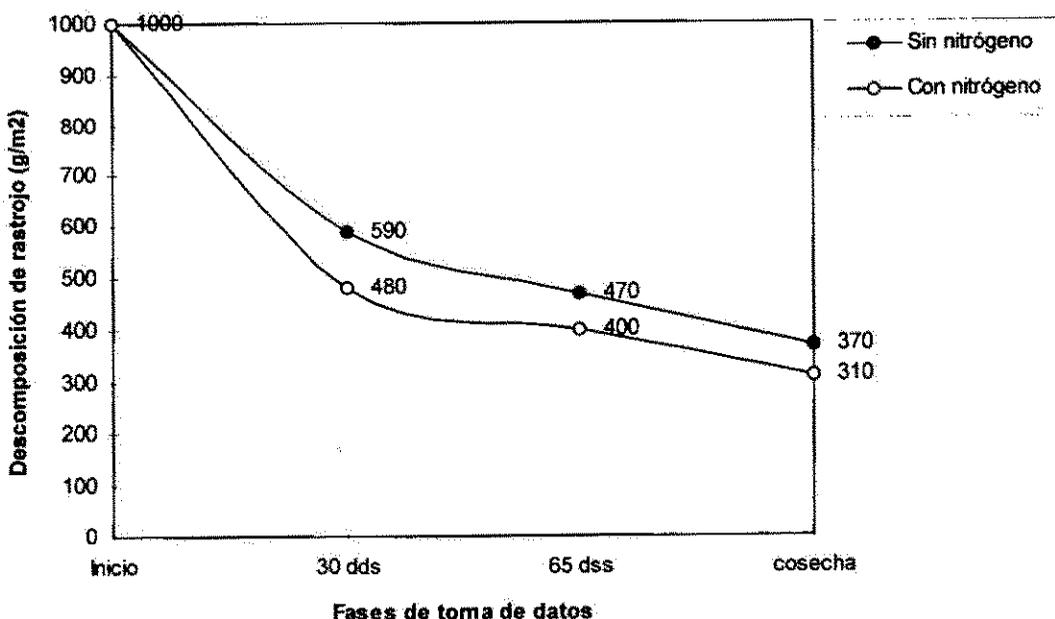


Figura 3. Descomposición del Rastrojo durante la fase de Crecimiento y Desarrollo del cultivo.

3.3.2. Contenido de clorofila en el follaje (Clorofilómetro)

El manejo del nitrógeno es importante en todas las fases de la agricultura por diferentes razones. El nitrógeno puede influenciar la rentabilidad y/o calidad del cultivo producido, pero también el exceso de nitrógeno puede afectar el cultivo en cuanto al acamado de cereales pequeños como arroz, trigo. (Schepers *et al* , 1992).

El dilema que encuentran los productores es conocer cuanto fertilizante es necesario aplicar para cubrir las necesidades del cultivo y cuando es necesario compensar las pérdidas por lixiviación causada por exceso de lluvia o irrigación, la mayor dificultad en el manejo del nitrógeno, es que el fertilizante debe ser aplicado durante los dos primeros tercios del crecimiento del cultivo.

El medidor de clorofila ofrece a los técnicos y agricultores un medio de cuantificar el verdor de la planta que a su vez está relacionado con el contenido de nitrógeno en el cultivo y con el programa de suplemento de fertilizante nitrogenado (Schepers *et al* ,1992)

En la Tabla 7, observamos como con el paso del tiempo el contenido de Nitrógeno en la planta tiende a aumentar en la fase de floración disminuyendo después de ésta fase coincidiendo con Fuentes,1992, quien plantea que a medida que avanza la edad de la planta disminuye el contenido de Nitrógeno , las hojas suelen ser las partes mas ricas en nitrógeno, disminuyendo su contenido a partir de la floración. En la etapa de floración las plantas tienen gran necesidad de agua y nutrientes especialmente nitrógeno originado por la enorme actividad fisiológica.(Aldrich *et al*,1975)

Tabla 7. Toma de datos del clorofilómetro en las diferentes etapas del cultivo (%).

1	37.56	38.35
2	39.68	42.07
3	32.39	36.35
4	38.07	40.05

La toma de datos del clorofilómetro se realizó en 2 momentos del ciclo del cultivo a los 29 dds y 65 dds. En ambos momentos el tratamiento que obtuvo mayor valor fue el tratamiento 2 (100 Kg de N/ha) en comparación del tratamiento 1(0 N + 0 Rastrojo), si observamos el tratamiento 3 (5 t de rastrojo) y tratamiento 1 (0 N y 0 rastrojo), el tratamiento 3 obtiene menor porcentaje de clorofila ya que el nitrógeno que podría ser utilizado por la planta lo utilizó el rastrojo para su descomposición.

El tratamiento 4 (100 kg nitrógeno y 5 t de rastrojo) obtuvo mayor valor que el tratamiento 1 y 3, ya que al descomponerse el rastrojo no utilizó el nitrógeno de reserva, si no el nitrógeno que fue aplicado; por tanto donde se aplicó nitrógeno fue el tratamiento que se obtuvo mayor valor presentando la planta mayor verdor o sea mayor contenido de clorofila principalmente en el momento de la floración.

3.3.3 Aporte de Nitrógeno del rastrojo

Antes de ser adicionado al suelo, según el análisis realizado en el laboratorio el material vegetal presentaba un contenido de nitrógeno de 24.3 kg/ha. Figura 4. A los 30 dds se observa un incremento del aporte en el tratamiento donde se aplicó nitrógeno con un valor promedio de 29.17 kg/ha, mientras que donde no se aplicó nitrógeno alcanzó un valor de 26.84 kg/ha.

A los 65 dds se observa que el nivel de nitrógeno alcanza un valor máximo de 34.6 kg/ha respecto donde no se aplicó nitrógeno, esto debido a que tiempo atrás (30dds) la actividad microbiana fue mayor y el proceso de descomposición del rastrojo se vio acelerado, lo que influyó en que a corto plazo los aportes de nitrógeno fueran mayores en relación a donde no se aplicó nitrógeno.

Esto demuestra el efecto favorable que produce la aplicación de nitrógeno cuando se adiciona cierta cantidad de rastrojo, el cual puede contribuir a mejorar los rendimientos y las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

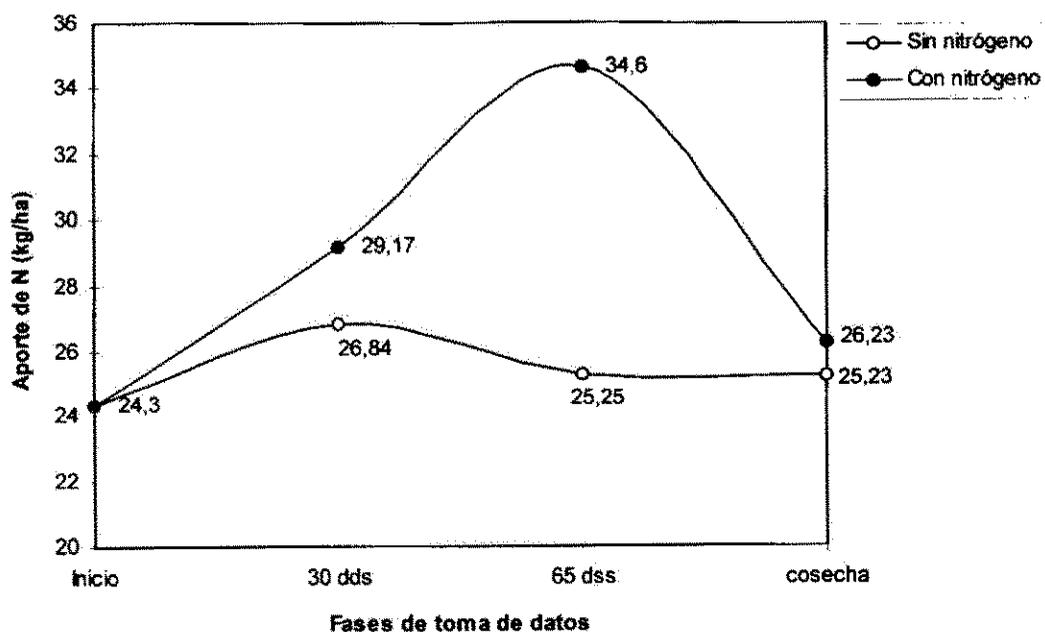


Figura 4. Aporte de nitrógeno por el rastrojo de maíz en las diferentes etapas del cultivo.

3.3.4. Rendimiento

En la Tabla 8 se observa que, los tratamientos que obtuvieron mayor rendimiento fueron los tratamientos 2 con 100 kg/ha de nitrógeno y el tratamiento 4 con 100 kg/ha de Nitrógeno y 5 t/ha de Rastrojo (mantillo). En los tratamientos 1 y 3 los rendimientos fueron menores, en el tratamiento 1 (testigo) se obtuvo menor rendimiento, mientras que en el tratamiento 3 donde solo se aplicó rastrojo se obtuvo menor rendimiento que el tratamiento 4 el cual contiene Nitrógeno y Rastrojo. Coincidiendo con Zea y Bolaños (1996), quienes plantean que se ha encontrado una interacción negativa entre el efecto del mantillo y el rendimiento del grano especialmente a niveles bajos de Nitrógeno equilibrándose éste a niveles altos de Nitrógeno lo cual se explica por inmovilización del Nitrógeno por parte del mantillo.

Tabla 8. Evaluación del rendimiento del cultivo en los tratamientos en estudio en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

1	2718
2	4546
3	2504
4	4449
C V%	17.03
ANDEVA	*

Tabla 9. Análisis Económico de los Tratamientos.

Rendimiento Kg/ha	2718	4546	2504	4449
Beneficio Bruto	6795	11365	6260	11122
Costos Fijos				
Preparac. de Terreno	1500	1500	1500	1500
Semillas	260	260	260	260
Insumos	550	550	550	550
Cosecha	180	180	180	180
Total de Costos fijos	2490	2490	2490	2490
Costos Variables				
Fertilizante	00	764	00	764
Rastrojo	00	00	100	100
Mano de Obra	195	292	439	731
Total de Costos Variables	195	1056	539	1595
Costos Totales	2685	3546	3029	4085
Beneficio Neto	4110	7819	3231	7037
Tasa de Retorno Marginal		430		

Análisis Económicos

T ₂	7819	1056
T ₄	7037	1595
T ₃	4110	195
T ₁	3231	539

Análisis De La Tasa De Retorno Marginal

T ₁	-	-	-
T ₂	3709	861	430 %

Escogemos los tratamientos que dominan y realizamos el cuadro de la TRM obteniendo 430% lo que indica que de c/d córdoba que se invierte obtengo C\$ 4 con

IV . CONCLUSIONES

- El uso de rastrojo como cobertura para proteger el suelo necesita complementarse con Nitrógeno (permite mejorar sus propiedades físicas – química e incrementar y mantener el rendimiento del cultivo). De lo contrario el rendimiento será afectado, ya que el rastrojo requiere de Nitrógeno para descomponerse (utiliza el presente en el suelo).
- El proceso de descomposición más rápido se obtuvo con el tratamiento 4 (100 kg/ha de N y 5 ton/ha de rastrojo), a los 65 días todo el material vegetal estaba integrado en el suelo.
- El mayor rendimiento se logró con los tratamientos 2 (100 kg/ha) y 4 (100 kg/ha de N y 5 ton/ha de rastrojo). A pesar de esto, el tratamiento 4 presenta la ventaja de mejorar las propiedades física/química del suelo y mantener el rendimiento.
- La mayor tasa de retorno marginal (TRM) y beneficio neto (BN) se obtuvo con el tratamiento 2.
- El uso de rastrojo incurre en un incremento de la mano de obra.

V. RECOMENDACIONES

- Para las fincas de los pequeños agricultores recomiendo el tratamiento 4 (100 Kg de nitrógeno/ ha y 5 ton/ha de rastrojos) ya que permite incrementar y mantener el rendimiento del maíz y disminuir el proceso de degradación del suelo.
- Validar este tratamiento en fincas de Pequeños y Medianos Productores.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aldrich. S. R. E. R. Leng. 1975. Producción de maíz Editorial Hemiferi Sur Buenos Aires Argentina. Pp 307.
- Arzola. N Fundora. O.Machado. J. 1981. Suelo, planta y abonado. Editoria pueblo y educación. La Habana Cuba. pág 461.
- Adetiloye. P. O . Okigbo, B. N. Ezedinma. E.O. 1984. Responce maize and ear shoot caracteres growth. Factores in southern Nigeria field crops research on International Journal EEUU. Pág 265-277
- Benavides Castillo D del S, Siles Gonzalez R. 1990. Efectos de diferentes niveles Nitrógeno , fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo del maíz. UNA CENIDA. Tesis de Ing. Agrónomo.
 - Baca P.B. 1989. Influencia de cuatro niveles de Nitrógeno, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L) variedad NB3. Tesis de Ing. Agrónomo. Managua Nic. pág 30
 - Berger J. 1974. Maíz su producción y abonamiento. Editorial científico-técnico. La Habana, Cuba pág 76.
 - Cuadra M. R. 1988. Efectos de diferentes niveles de Nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.). Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria. pág 24.
 - Centeno J. Castro J. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de maleza sobre la cenosis de la maleza y crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (Zea mays L.). Variedad NB6. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. pág 23.
 - Cordón E. P. Gaitan L.E. 1993. Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (Zea mays L.), sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) y pepino (Cucumis sativus L.). pág 32.
 - Fuentes J. L. 1992. El Suelo y los Fertilizantes. Tercera edición, Edición Mudiprensa. Madrid. España. pág. 55-58.

- F.A.O. 1977. Reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. Informe sobre un viaje de estudio a la R. P. de China pág.106.
- Foth. H. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. Título original. Fundamentals of soil science. Traducido por Ing. Antonio Marino Ambrosio. Editorial Hispano Americano. S.A. Mexico. Pp 433.
- Jugenheimer.R.M.1981. Variedades mejoradas, métodos de control y producción de semilla. pág.228.
- Lencoff, J. M. y Loomis R.s. 1986.Nitrógeno influences on yiel determination in maize crop science.Editorial Limusas. S.A. Vol.26.pág 29.
- Mendoza B. C. 1994. Evaluación de prácticas agrícolas de conservación de suelos sobre la producción de granos básicos.Tesis de Ing. Agrónomo. U.N.A.Managua. pág. 80.
- Maya. N.C.1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (Zea mays L.) en cuatro localidades de Nicaragua.Trabajo de diploma. U.N.A. Managua. pág 80.
- Ministerio de Agricultura,1983. Instituto de Investigación Agropecuaria . Agricultura técnica. Santiago de Chile. Vol.43.
- Mateo J.M. 1969.Leguminosas de granos.Primer edición.La Habana.Cuba. Instituto del libro pág.291-314.
- Morales J. 1996. Texto de Conservación de Suelos y Agua. Arrope ,mulch o cobertura muerta. Managua Pp. 25-29.
- Orozco R.U. 1996. Arreglos de siembra de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y maíz (Zea mays L.) en asocio y monocultivo. Efectos sobre la cenosis crecimiento y rendimiento en los cultivos y uso equivalente de la tierra.Trabajo de diploma. U.N.A. Managua pág. 32.
- Power J.F. and J.W. Doran. 11984. Nitrogen use in organic farming In . Nitrogen in crop. Pp.585-592.
- Reyes C.P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial Mexico D.F. Tercera edición Pp.460.

- 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 (*Zea mays* L.) Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y Pepino (*Cocumis sativus* L.) Tesis de Ing. Agrónomo. U.N.A. pág.63.
- Soza H. 1962. Respuesta diferencial de maíz a la labranza de conservación de distintas dosis de Nitrógeno. Síntesis de resultados experimentales del P.R.M. Guatemala. pág 86.-
- Schepers J.S.R.H. Follett, and A.D. Blaylock. 1992. Ealuacion of Chlorophyll meters for nitrogen management .Proceedings of the Great Plains Soil Fertility Conference. Denver, Colorado. pág.7.
- Tanaka A.J. Y Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca. Componentes del maíz. Colegio Post- grado Chapingo, México
- Tisdale S. y Nelson W. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes . Editorial Hispano Americano. S.A. de C.V. México. pág.737.
- Ustimenko G.V. 1980. El cultivo de las plantas Tropicales y Subtropicales. Editorial MIR. Moscú pág.70.
- White J.W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. Investigación y Producción. CIAT. Editorial XYZ. Caliz. Colombia. pág.16-25.
- Yogodin B. y Smirnov P. 1982. Agroquímica. Editorial MIR .Tomo I .Pp 317.
- Zea J. L. y Bolaños J. 1996. Respuesta diferencial de maíz a la labranza de conservación a distintas dosis de Nitrógeno. Publicado en síntesis de resultados experimentales del Programas Regional del Maíz (PRM). Vol. 4 Guatemala. Pp.119-123.