



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

TEMA:

**EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL
Y ORGÁNICA (GALLINAZA) EN EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.)
VARIEDAD NB-S EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “LA
COMPAÑÍA”, EPOCA DE PRIMERA 2002.**

AUTORES:

**Br. GLENN ARNESTO ZAMORA
Br. VIDAL A. BENAVIDES SEVILLA**

**ASESORES: M.Sc. FRANCISCO SALMERÓN MIRANDA
Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS
Ing. Agr. ROBERTO LARIOS GONZALES**

Managua, Nicaragua. 2003

DEDICATORIA

Gracias señor por tener un grupo de personas que desinteresadamente siempre estuvieron conmigo y me brindaron su amistad, amor y apoyo económico.

A mis padres **Norman Arnesto Pineda** y **Consuelo Zamora de Arnesto**, por su infinito apoyo durante todos mis logros y tropiezos siendo ellos los pilares fundamentales de mi formación.

A mi abuelita **Corina Pineda de Arnesto** (q.e.p.d.) quien siempre me brindó su amor y cariño apoyándome a cumplir mis metas.

A mis hermanos **Carmen, Sandra, Alan, Ivett** y **Nolvia Arnesto** a quienes quiero mucho. A mi sobrinita **Cindy Gonzáles Arnesto** quien es alguien muy especial para mí, ya que me brinda alegría y motivación a alcanzar nuevos logros.

Al señor **Fabián Tercero Quintanilla** por haberme permitido ser parte de su familia durante mis años de formación profesional.

A mis amigos quienes contribuyeron de una u otra forma a la culminación de mi carrera profesional, **Daniel, Yader, Erwin, Vidal, Isayana, José R. Joya, Irene, Jazmina, Northon, Luis** y al resto de mis compañeros de la universidad; quienes ocupan un lugar en mi memoria con la promesa de no olvidarlos.

La amistad es un gran tesoro, que vale la pena cultivar, Jesús dijo: "Ya no os llamo siervos, sino amigos". Una persona ganadora respeta a aquellos que saben más que él y trata de aprender algo de ellos; una persona perdedora resiste a aquellos que saben más que él y sólo se fija en sus defectos.

GLENN ARNESTO ZAMORA
MATAGALPA

DEDICATORIA

A **DIOS** omnipotente por la fortaleza y valentía que me ha dado, para superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudio. Gracias señor, por ser luz y guía en mi camino y especialmente por haberme dado la vida.

A mis padres **Primitivo Benavides** y **Margarita Sevilla**, por todo el amor, abnegación y apoyo moral que me han brindado en el transcurso de mi vida, por sus sabios consejos, que me han permitido ser hombre de bien y por su incondicional apoyo económico, que con muchos sacrificios permitieron culminar mi carrera profesional.

A mis adorados hermanos: **Olivia, Dina, Saúl, Adalberto** y **Danilo** por ser ejemplos de comprensión y cariño. A mis sobrinos **Jelson, Heysi, Denise**, y **Adonis Omar** quienes han logrado brindarme alegría y motivación de seguir alcanzando nuevas metas.

A mi querida abuela **María Bellowín**, envidiable e incomparable anciana que junto a mi madre me encomendaron en sus oraciones al creador.

Al matrimonio **Linda** y **Roberto Brown** por haberme brindado su apoyo moral y económico para culminar mi carrera profesional.

A mis amigos **Douglas, Gustavo, Jairo, José R. Joya, Glenn, Yader, Erwin, Luis, Northon, Lemmuel, Paúl, Marisol, Jazmina, Irene**.

Que la amistad y el deseo de ser mejores cada día sean el motor de alcanzar nuestras metas y anhelos

VIDAL ANTONIO BENAVIDES SEVILLA

JALAPA, NUEVA SEGOVIA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera muy especial a **DIOS** quien con su poder divino ha hecho posible poder culminar nuestros estudios profesionales, llenándonos de fuerzas y sabiduría día a día para salir adelante.

A los asesores **Ing. MSc. Francisco Salmerón, Ing. Agr. Miguel Ríos, Ing. Roberto Larios** por la oportunidad de permitirnos realizar esta investigación y de esta manera poder realizar nuestros sueños.

Al programa **Ph.D UNA-SLU** de Suecia por el financiamiento en la realización de este trabajo de tesis.

Al programa de **Servicios Estudiantiles** de la **Universidad Nacional Agraria**, en especial a la **Lic. Idalia Casco** por habernos permitido ingresar al programa de becas, el cual fue parte esencial para nuestra formación profesional.

Al personal del **CENIDA** por la amistad brindada y su valiosa colaboración en la atención de la biblioteca.

“Cuando medimos lo que tenemos, el resultado de la medición solo depende de cómo miremos las cosas. Si tenemos amor, amigos, salud, buen humor y actitudes positivas para con la vida, tenemos todo. Si somos "pobres de espíritu", no tenemos nada”.

GLENN ARNESTO ZAMORA
VIDAL A. BENAVIDES SEVILLA

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
Dedicatoria	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Índice de tabla	vii
Resumen	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 HIPOTESIS	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	5
2.2 Suelo	6
2.3 Fertilizantes	6
2.4 Materia orgánica	7
2.4.1 Descomposición de la materia orgánica	8
2.4.2 Relación Carbono/ Nitrógeno	9
2.4.3 Humus	10
2.5 Abonos orgánicos	11
2.5.1 Estiércoles	12
2.5.1.1 Gallinaza	12
2.5.1.1.1 Ventajas en el uso de gallinaza	13
2.6 Macronutrientes	14
2.6.1 Nitrógeno	14
2.6.2 Fósforo	16
2.6.3 Potasio	17

III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Localización del ensayo	19
3.2 Tipo de suelo	20
3.3 Descripción del trabajo experimental	20
3.4 Descripción de los tratamientos	21
3.5 Variables evaluadas	23
3.5.1 Variables de crecimiento	23
3.5.1.1 Altura de plantas (cm)	23
3.5.1.2 Diámetro del tallo (cm)	23
3.5.1.3 Altura del último nudo (cm)	23
3.5.1.4 Número de hojas	23
3.5.1.5 Área foliar (cm ²)	24
3.5.2 Variables del rendimiento	24
3.5.2.1 Diámetro de mazorca (cm)	24
3.5.2.2 Número de hileras por mazorcas	24
3.5.2.3 Número de granos por hilera	24
3.5.2.4 Peso de 100 granos en gramos (g)	24
3.5.2.5 Rendimiento (kg/ha)	25
3.6 Manejo Agronómico	25
3.6.1 Preparación del suelo	25
3.6.2 Siembra	25
3.6.3 Control de malezas	26
3.6.4 Control de plagas	26
3.6.5 Aporque	26
3.6.6 Aplicación de fertilizantes	27
3.6.7 Cosecha	27
3.7 Análisis económico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
4.1 Altura de plantas (cm)	29
4.2 Número de hojas	31

4.3 Área foliar (cm ²)	33
4.4 Altura del último nudo (cm)	36
4.5 Diámetro del tallo (cm)	38
4.6 Diámetro de mazorca	40
4.7 Número de hileras por mazorca	41
4.8 Número de granos por hilera	42
4.9 Peso de 100 granos en gramos (g)	44
4.10 Rendimiento (kg/ha)	45
4.11 Análisis económico	48
4.11.1 Presupuesto parcial	48
4.11.2 Análisis de dominancia	49
4.11.2.1 Análisis de dominancia en el ensayo mineral	50
4.11.2.2 Tasa de retorno marginal mineral	50
4.11.2.3 Análisis de dominancia en el ensayo orgánico (gallinaza)	50
4.11.2.4 Tasa de retorno marginal orgánico (gallinaza)	51
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
VIII ANEXOS	59

INDICE DE TABLAS

TABLA N°.	PAGINAS
1. Contenido de nutrientes, promedios de distintos tipos de gallinaza en porcentaje (%).	14
2. Ubicación y ecología de la zona	19
3. Análisis químico del suelo del área en estudio (2002) y su rango de clasificación.	20
4. Dimensiones del ensayo mineral, estación experimental “La Compañía”. Época de primera 2002	21
5. Dimensiones del ensayo orgánico (gallinaza), estación experimental “La Compañía”. Época de primera 2002	21
6. Descripción de los tratamientos (fertilización mineral) en un Diseño de Bloques Completos Al Azar (BCA)	21
7. Descripción de los tratamientos (Abono orgánico-gallinaza) en un Diseño de Bloques Completos Al Azar (BCA)	22
8. Algunas características químicas de la gallinaza, utilizadas en el estudio	22
9. Características agronómicas del cultivo del maíz, variedad NB-S	26
10. Altura de plantas (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	30
11. Número de hojas en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	33
12. Área foliar (cm ²), en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	36
13. Altura del último nudo (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	37
14. Diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	40
15. Componentes del rendimiento, en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.), época de primera 2002	48

16. Presupuesto parcial del ensayo mineral expresado en dólares US\$, maíz de primera 2002	49
17. Presupuesto parcial del ensayo orgánico (gallinaza) expresado en dólares US\$, maíz, época de primera 2002	49
18. Análisis de dominancia para los tratamientos minerales en el cultivo del maíz, época de primera 2002	50
19. Tasa de Retorno Marginal para los tratamientos minerales en el cultivo del maíz, época de primera 2002	50
20. Análisis de dominancia para las distintas dosis de abono orgánico (gallinaza) en el cultivo del maíz, época de primera 2002	51
21. Tasa de Retorno Marginal para las distintas dosis de abono orgánico (gallinaza) en el cultivo del maíz, época de primera 2002	51

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la estación experimental “La Compañía”, San Marcos, Carazo, durante la época de primera 2002. El estudio se llevó a cabo en dos áreas experimentales analizadas por separado; para los tratamientos minerales se hizo uso del fertilizante mineral completo (12-30-10) complementado con urea (46%) y un testigo; como fuente de abono orgánico se utilizó gallinaza, con aplicaciones de 20 y 10 t/ha y su respectivo testigo. Los tratamientos fueron arreglados en un experimento unifactorial con diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones para cada área experimental, la variedad de maíz (*Zea mays* L.) evaluada fue NB-S. Las variables evaluadas fueron: altura de plantas (cm), altura del último nudo (cm), número de hojas, diámetro del tallo (cm), área foliar (cm²), diámetro de mazorca (cm), número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 100 granos en gramos (g) y rendimiento en kg/ha. Los datos se procesaron usando Análisis de Varianza y con la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de confiabilidad. Se realizó un análisis económico utilizando la metodología planteada por el CIMMYT (1988) para evaluar la rentabilidad de los tratamientos. Los resultados obtenidos con la dosis de 150 kg N/ha se obtuvieron los mayores resultados para las variables área foliar, diámetro del tallo, número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca y peso de 100 granos. La aplicación de 75 kg N/ha produjo superiores resultados para altura de planta, número de hojas, altura del último nudo, número de granos por hileras y rendimiento en kg/ha, así mismo resultó ser la más rentable, obteniéndose valores adicionales de 0.43 dólares por cada dólar invertido. En tanto para el ensayo orgánico la aplicación de 20 t/ha de gallinaza obtuvo mejores resultados para las variables altura de planta, área foliar, número de hojas; altura del último nudo y número de granos por hileras y los mayores rendimientos en kg/ha. Sin embargo la aplicación de 10 t/ha de gallinaza registró el mayor diámetro del tallo, número de hilera por mazorca, diámetro de mazorca y peso de 100 granos en gramos. La dosis de 10 t/ha de gallinaza resultó ser la más rentable reflejando una ganancia de 1.21 dólar por cada dólar invertido en el tratamiento.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz como cultivo presenta muchas limitantes en su nivel productivo, debido principalmente a un mal manejo agronómico, baja productividad de los suelos utilizados, poca eficiencia en el uso de los fertilizantes, uso de semilla no certificada y una pobre utilización de técnicas modernas, lo que conlleva a que no se presenten aumentos en la productividad del cultivo, a estos se suman factores sociales y económicos como el precio de los insumos, restricciones crediticias entre otros.

El MAGFOR (2002), estima se cosecharon 454.8 miles de manzanas, obteniéndose una producción de 9, 236, 989 quintales, para un rendimiento promedio de 20.3 qq/mz.

La fertilidad del suelo es un tema importante, ya que son pocos los suelos suficientemente fértiles respecto al nitrógeno para satisfacer las necesidades de nutrientes que permitan obtener un rendimiento moderado durante un período prolongado de tiempo (FAO, 1990).

La fertilización es una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas constituyendo uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola (Domínguez, 1997).

La aplicación de abonos orgánicos es esencial en los sistemas agrícolas que no usan fertilizantes minerales, con la ventaja que son subproductos de la explotación animal y que por lo general no requieren desembolso, ya que algunos productores poseen en sus fincas los medios para producir abono orgánico, ya sea de origen animal o vegetal (restos de cosechas) (Paliwal, 2001).

Los agricultores mencionan constantemente que el uso de fertilizante minerales aumentan sus costos de producción y así mismo cada día son más caros de obtener, aunque están conscientes del impacto directo que estos tienen sobre la productividad de los cultivos, más aún en aquellos suelos cuyas características sean deficientes (Larios y García, 1999).

Muy poco se ha escrito sobre la producción orgánica del maíz, en contraposición, a las múltiples investigaciones que durante varios años se han realizado sobre la fertilización mineral de este cultivo. Generalmente, las recomendaciones para la fertilización de este cultivo son específicamente para el uso de fertilizantes minerales y no para orgánico.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de demostrar el efecto que tiene la gallinaza como abono orgánico sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz, haciendo uso de diferentes dosis y comparándolas con las aplicaciones utilizadas de nitrógeno aportadas por el fertilizante mineral completo (12-30-10) complementadas con urea para llegar a obtener las dosis de 150 y 75 kg de nitrógeno en estudio, efectuándose en parcelas adyacentes.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Determinar el efecto de la variación de dosis de fertilizantes nitrogenados mineral y orgánico (gallinaza) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-S.

Objetivos Específicos:

- Evaluar la influencia sobre el rendimiento del cultivo del maíz al variar las dosis (altas y medias) de fertilización mineral nitrogenada
- Evaluar dosis altas y medias de fertilización orgánica (gallinaza) sobre el cultivo del maíz.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos empleados en la investigación.

HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de dosis altas de nitrógeno mineral y gallinaza no presentan efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz.

Ha: La aplicación de dosis altas de nitrógeno mineral y gallinaza presentan efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo del maíz (*Zea mays* L.)

Nicaragua es un país agrícola con población consumidora de maíz y poseedor de diversos procedimientos y técnicas para la elaboración de alimentos nutritivos a base de maíz.

El maíz es un cultivo que se puede sembrar de 0 hasta 2800 metros sobre el nivel del mar, se desarrolla óptimamente en regiones con climas cálidos, es un cultivo de crecimiento rápido que rinde más con temperatura de 23.9 a 29.4 °C, necesitando temperaturas mayores de 18 °C y menores de 30 °C durante el proceso de floración (Somarriba, 1998).

La planta de maíz se puede desarrollar en regiones que presenten módulos pluviométricos de 450 a 900 mm, bien distribuidos durante la estación de crecimiento. Sin embargo, aún esta cantidad no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo, ya sea por poca profundidad de estos o por escurrimiento, o si la evaporación es grande por causa de elevadas temperaturas y la baja humedad relativa (Somarriba, 1998).

La selección de la semilla es muy importante para mejorar la producción de maíz, siendo las principales variedades mejoradas cultivadas en Nicaragua: NB-6 (Nicaragua Blanco 6), NB-12, NB-30, NB-100 y NB-S (Nicaragua Blanco Sequía) (INTA, 1999).

La variedad mejorada de maíz Nicaragua Blanco Sequía (NB-S) fue generada por el programa general de granos básicos, rubro maíz, en coordinación con el programa regional del maíz (PRM). Se desarrolló con el objetivo de ponerla en manos de unas diecinueve mil familias productoras de maíz que habitan en zonas semi-secas, en donde las condiciones del suelo y humedad son limitantes. Es una variedad de polinización libre, de ciclo biológico precoz y proviene de la población BS-19 Tuxp. Sequía C6, se validó en 42 localidades de los departamentos de Masaya, Granada, León, Chinandega y Estelí (INTA y PROMESA, 2002).

2.2 Suelo

El suelo no es un medio inerte y estable sino que es resultado de la acción del clima y de los seres vivos sobre la superficie de la tierra durante un período de tiempo, siendo un medio muy complejo, en permanente evolución, que no crece y puede morir (Fuentes, 1994).

El suelo posee un gran recurso natural que no ha sido comprendido y mucho menos bien estudiado por la agricultura convencional, se trata del campo de la microbiología. Los microorganismos representan la mayor variedad de la vida en la tierra y cumplen papeles únicos en todos los procesos ecológicos que no pueden ser realizados por otro tipo de organismo (Restrepo, 1998).

Muchos de esos procesos son cruciales para la composición atmosférica del planeta, la vida terrestre y acuática, así como la circulación de sus elementos nutritivos, transformación y conservación de la materia. En este contexto, la agricultura orgánica busca un estudio más profundo y trata de comprender mejor el mundo microbiológico del suelo como fuente indispensable e inherente de la vida, que suministra gratuitamente el combustible milagroso que impulsa los ecosistemas en la tierra (Restrepo, 1998).

2.3 Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias minerales u orgánicas, naturales o elaboradas que se aplican al suelo para proporcionar a la planta los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo (INTA-FAO, 2001).

El desarrollo de la industria de los fertilizantes ha hecho posible no solo la restitución de las pérdidas anuales de elementos nutritivos, sino la reposición y recuperación de los niveles de fertilidad perdidos (Domínguez, 1997).

La fertilización es una forma de complementar las deficiencias de los suelos en cuanto a elementos nutritivos necesarios en el suelo para la producción agrícola. Esta puede ser

suministrada vía fertilización química, que no es más que la aplicación de abonos minerales concentrados y de rápida acción en los cuales los más comunes son las fórmulas completas 18-46-00, 12-30-10, 10-30-10 y urea al 46 %. Otra forma de incorporar nutrientes al suelo es mediante la fertilización orgánica, que consiste en aplicar restos vegetales debidamente preparados, así como el suministro de estiércoles en sus diferentes estados de descomposición en proporciones mayores que los químicos con menor concentración de nutrientes por unidad de volumen y acción lenta en el suelo.

2.4 Materia orgánica

La materia orgánica y la aplicación de diferentes abonos orgánicos se ha relacionado tradicionalmente con la fertilidad; los suelos ricos en materia orgánica son generalmente productivos, por otro lado, desde la antigüedad y hasta que surgieron los fertilizantes minerales, el uso de los abonos orgánicos fue la única forma de producir, mantener y aumentar la fertilidad de los suelos (García, 2001).

La materia orgánica se descompone con mayor o menor rapidez, según la composición del material original. El almidón, la celulosa y las proteínas sencillas se descomponen rápidamente, mientras que las ligninas, ceras, taninos, resinas y grasas son bastante resistentes al ataque de microorganismos y se descomponen con lentitud, constituyendo la base del humus (Fuentes, 1994).

La materia orgánica no solo debe verse como una fuente portadora de elementos nutritivos asimilables, sino además como compuesto de una acción activa y multifacética que actúa directamente en el mejoramiento de los suelos aumentando la estructuración y la estabilidad del suelo, la aireación y permeabilidad, aflojando el suelo, aumentando la retención de agua aprovechable, la actividad microbiana, cediendo lentamente el nitrógeno y formando compuestos que facilitan la asimilación de elementos como el fósforo y su preservación, su efecto es particularmente en aquellos suelos de tipo arenosos, arcillosos o pesados (García, 2001).

La importancia que se reconoce a la materia orgánica deriva de su intervención en procesos de tanta trascendencia para el comportamiento del suelo y crecimiento de las plantas y organismos del suelo como son: formación y estabilización de los agregados, adsorción de intercambio iónico, suministro de energía y nutrientes, capacidad de retención de humedad, diversos procesos edafogénicos y protección contra la degradación de los suelos por erosión (Porta *et al.*, 1999).

2.4.1 Descomposición de la materia orgánica

Según la FAO (1990), la mayor parte de los residuos animales se mineralizan sin pasar por el estado de humus; pero en otras ocasiones estos residuos animales como orgánicos sufren procesos de transformación en los que participan hongos, bacterias y otros organismos como lombrices de tierra, etc., que son capaces de degradar estos desechos convirtiéndolos en productos útiles para las plantas.

La descomposición de la materia orgánica se logra a través de procesos como:

Mineralización: los residuos orgánicos se descomponen completamente mediante la acción desintegrante de los microorganismos, conllevando esto a la liberación de los elementos orgánicos y su posterior transformación en sustancias minerales como agua, dióxido de carbono (CO₂), nitratos, etc.

Humificación: en este proceso los residuos orgánicos son transformados en primer lugar en materia orgánica con un nivel de descomposición superior sufrido en la mineralización, este nivel superior es de nivel coloidal llamado humus, posteriormente se convierte lentamente en sustancia minerales al igual que en la mineralización.

Inmovilización: este fenómeno ocurre contrario a la mineralización de la materia orgánica; las sustancias minerales como el agua, nitratos, dióxido de carbono (CO₂), etc., son transformados en compuestos orgánicos asimilados por los microorganismos del suelo.

García (2001), señala que si bien no se trata de una pérdida neta de elementos nutritivos, ya que volverán a formar parte del suelo al morir los microorganismos, pueden bien representar carencia de estos durante el ciclo vegetativo de los cultivos.

Este proceso se torna agudo cuando la relación Carbono / Nitrógeno (C/N) del suelo se lleva a valores demasiado altos ($C/N > 11$), lo que acontece cuando se incorporan al suelo material vegetal con una relación C/N elevada ($C/N > 20$), provocando una explosión en la multiplicación y desarrollo de la microflora (Salmerón y García, 1994).

El tiempo requerido para que estos procesos de descomposición se lleven a cabo va a depender en cierta medida de la cantidad de material orgánico añadido al que se encuentra en el suelo, resistencia del material al ataque microbiano, edad del material, temperatura y nivel de humedad en el suelo (García, 2001).

2.4.2 Relación Carbono / Nitrógeno

La determinación exacta de la riqueza en materia orgánica de un suelo es un tema muy complejo, por cuanto también lo es la dinámica de la transformación de la materia orgánica fresca (por ejemplo, los restos de vegetales) en humus, la fracción orgánica que queda incorporada al suelo, íntimamente ligada a los otros componentes. Normalmente el contenido de materia orgánica del suelo se estima a través de relaciones preestablecidas con el carbono orgánico del suelo más fácil de determinar señala que la relación carbono-nitrógeno es un índice muy utilizado para estimar la actividad biológica del humus del suelo. Se calcula por simple división del contenido del carbono orgánico total entre el contenido en nitrógeno total (Fernández, 1998).

La materia orgánica que tiene una proporción equilibrada de carbono y nitrógeno favorece la proliferación de microorganismos encargados de descomponerla. Cuando la relación C/N es muy alta, la materia orgánica suministra mucha energía en comparación con el nitrógeno; si esa relación es muy baja, ocurre lo contrario; en cualquiera de ambos casos hay poca

proliferación de microorganismos y la materia orgánica se descompone con lentitud (Fuentes, 1994).

Así mismo Fuentes (1994), señala que cuando la relación carbono-nitrógeno está comprendida entre 15 y 20, la descomposición se produce con bastante rapidez. Si esa relación es superior de 40 a 50 o baja alrededor de 10, la descomposición se produce más lentamente. El carbono de la materia orgánica se transforma en calor, agua y dióxido de carbono, mientras que el nitrógeno pasa a formar parte de los microorganismos o queda en el suelo. Al morir estos microorganismos y se descomponen, el nitrógeno contenido en su cuerpo pasa a formar parte del humus y del suelo, que queda enriquecido en dicho elemento.

2.4.3 Humus

El humus es un coloide que resulta del proceso de humificación de la materia orgánica; se sintetiza por la acción de los organismos del suelo a partir de materiales orgánicos incorporados al mismo, que a la vez han perdido su estructura original. Y su comportamiento en el suelo está en función de propiedades físicas y químicas definidas (Anon, 1995).

Las sustancias húmicas (fracción orgánica) presentes en los suelos son muy importantes para la producción de cultivo. Ellas representan fuente de lenta solubilización de nitrógeno, fósforo y azufre para la nutrición de plantas. También aportan al mineralizarse potasio, magnesio y cantidades muy pequeñas de micronutrientes (Kass, 1996).

El humus ejerce una importante influencia sobre las propiedades físicas y químicas del suelo; es un activo formador de estructuras que favorece a la preservación de los suelos, a la erosión y a la desintegración. Con su capacidad de absorber y retener agua, establece un régimen de humedad favorable. Al influir positivamente sobre el régimen acuoso del suelo, el humus capacita el establecimiento del régimen de calor necesario para las plantas, el cual se regula por la transpiración de la humedad desde ellas (Pastor, 1990).

El humus es una de las fuentes de energía para los microorganismos y simultáneamente hace los suelos más favorables para el desarrollo de las plantas; es decir, le da una propiedad biológica favorable, con sus propiedades crea condiciones favorables para una actividad vital de los microorganismos en el horizonte húmico (Guerrero, 1996).

Como toda materia orgánica, el humus puede degradarse y mineralizarse por vía biológica; sin embargo, es mucho más resistente y estable que otros materiales orgánicos “frescos”; el equilibrio entre la formación y la mineralización del humus en los climas tropicales depende de la temperatura, la cobertura, la humedad de los suelos y principalmente del buen manejo dado (Restrepo, 1998).

2.5 Abonos orgánicos

Se denomina abonos a todas aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas o indirectas que influyen sobre el crecimiento de las plantas y su cosecha, obrando como nutrientes, agentes movilizador de sustancias, catalizador de procesos vitales (tanto en el suelo como en las plantas), modificador de la flora microbiana útil, enmienda mejoradora de las propiedades físicas del suelo y otras (Pastor, 1990).

La mayoría de los abonos orgánicos son voluminosos, conteniendo pequeñas cantidades de nutrientes para las plantas, los cuales son reducidos si no se aplican en grandes cantidades; sin embargo, el material adicionado ejerce determinadas funciones que son esenciales para el cultivo como para el ambiente mismo, creando equilibrio entre todos los elementos que interactúan en el suelo. Los abonos orgánicos aportan diferentes cantidades de nitrógeno, fósforo y azufre, así como pequeñas cantidades de potasio y oligoelementos en pequeña proporción comparada con la aportada por los fertilizantes minerales; en el caso de elementos ligados a la materia orgánica, su disponibilidad no es inmediata ya que requiere una mineralización previa (Kass, 1996).

El simple hecho de aportar nutrientes al suelo, rara vez justifica las aplicaciones de estos abonos; pero hay ocasiones en que pueden resultar superiores a los químicos por la forma

regular de suministrarlos a la planta, lo que puede estar acorde con las necesidades de la misma, además de resguardar los nutrientes contra la lixiviación (Arzola *et al.*, 1981).

Los abonos orgánicos no solo deben verse como portadores de elementos nutritivos asimilables; sino además, como compuestos de una acción activa y multifacético que actúa directamente en el mejoramiento de los suelos (Salmerón y García, 1994).

2.5.1 Estiércoles

Los estiércoles son de naturaleza orgánica, cuando se incorporan al suelo, su materia orgánica es descompuesta y transformada por microorganismos. Gran parte de su carbono es convertido en dióxido de carbono y de aquí que no contribuya a aumentar de forma duradera el contenido de materia orgánica del suelo. Otras fracciones de la materia orgánica son convertidas en humus (materia orgánica muy compleja y de color negro o pardo oscuro en estado coloidal que queda en el suelo) (Simpson, 1991).

El uso de estiércol animal como abono orgánico tiene la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura; en suelos fértiles la aplicación de estiércoles contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo, estimulando la vida micro y mezo-biológica del suelo, al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. En el caso del estiércol de las aves (gallinaza) se observa una liberación inmediata de nutriente y enseguida una liberación paulatina del resto de los nutrientes durante uno a dos años (PASOLAC, 1999).

2.5.1.1 Gallinaza

Este tipo de abono orgánico pertenece a la categoría de los estiércoles, pero presenta características especiales. Como las aves defecan por una cloaca, sus deyecciones líquidas y sólidas no se producen por separado, por lo que la recolección de esta presenta menores dificultades que con otros estiércoles; su contenido de nutriente es superior al de otros estiércoles (Arzola *et al.*, 1981).

La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama que por lo general es cascarilla de arroz mezclado con cal, en pequeñas proporciones lo cual se coloca en el piso. La gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol de ganado, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para la planta, pero en mucha mayor cantidad. Todos los nutrientes en la gallinaza se encuentran en compuestos asimilables por la planta (Yagodin *et al.*, 1986).

Los abonos provenientes de las aves o gallinaza, varían en su composición, de acuerdo con el tipo de ave que los produce, la forma en que son criadas y su alimentación; el tipo y la cantidad de paja de la cama, contenido de humedad de la cama y condiciones climáticas durante la acumulación de estiércol, y otros criterios son factores influyentes en la cantidad del abono y así mismo el contenido de nutrientes presentes (Restrepo, 1998).

Su principal aporte consiste en mejorar las características de fertilidad del suelo con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; pero el que mayor concentración presenta es el nitrógeno (Restrepo, 1998).

En la gallinaza una parte del nitrógeno está disponible inmediatamente a la planta como urea, mientras que el resto se libera lentamente, lo cual hace que esta se pueda utilizar en la mayoría de los cultivos agrícolas (Morales, 1996).

2.5.1.1.1 Ventajas en uso de gallinaza

No se presentan problemas de daños al cultivo, posiblemente se deba a que la plaga prefiere alimentarse de gallinaza y no del cultivo, además debido a que durante el proceso de descomposición de la gallinaza, esta libera sustancias (amoníaco, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, entre otros) que no son agradables a los insectos que se encuentran en el suelo (Silva y Duarte, 1998).

En la tabla 1 se muestra el contenido de los nutrientes promedios de distintos tipos de gallinaza, observándose que a medida que el grado de humedad disminuye aumentan el contenido de nutrientes.

Tabla 1. Contenido de nutrientes, promedios de distintos tipos de gallinaza en porcentaje (%)

Tipo de ave	Humedad	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Ponedora	75.0	1.42	1.06	0.47
Engorde	74.1	2.09	1.08	0.88

Fuente: Salmerón y García (1994).

2.6 Macro nutrientes

Son aquellos elementos que juegan un papel principal en la nutrición de las plantas, siendo absorbidos en mayores cantidades, y que por diversas razones hay que reponer habitualmente si no se quiere mermar la fertilidad del suelo; en este grupo se puede mencionar el nitrógeno, fósforo y potasio como los más importantes, pero no hay que olvidarse de elementos como el azufre, magnesio y calcio; estos últimos considerados como macro nutrientes secundarios (Fernández,1998).

2.6.1 Nitrógeno

En la agricultura orgánica el nitrógeno es muchas veces el principal factor limitante, porque es suministrado en cantidades demasiadas restrictivas; además, las reservas del suelo en fósforo y potasio tienden a agotarse. Los rendimientos de la agricultura orgánica tienden a ser sustancialmente inferiores a los de una agricultura clásica; por otro lado sin bien es cierto que los costos e insumos son menores, también es cierto que hay fuerte exigencia de trabajo, lo que no es compensado muchas veces por precios que pueden ser mayores para los productos certificados como orgánicos (INTA y FAO, 2001).

La dinámica del nitrógeno en el suelo está estrechamente ligada y condicionada a la dinámica de la materia orgánica y del carbono del suelo, en particular. La relación carbono-nitrógeno del material orgánico incorporado al suelo y la relación carbono-nitrógeno de la materia

orgánica del suelo controlan en cada momento la intensidad de mineralización de la materia orgánica y el destino del carbono y nitrógeno del suelo; aparte de estos factores específicos, la incorporación anual de nitrógeno a los suelos dependerá de las condiciones ecológicas generales, en términos de productividad (García, 2001).

La tasa de mineralización del nitrógeno depende de la temperatura, relación C/N, pH del suelo, mineralogía de las arcillas, y humedad. En suelos con niveles altos de base las cantidades totales mineralizadas, con frecuencia dependen del contenido total del nitrógeno, excepto en los Andisoles, en donde la mineralización del nitrógeno es inversamente proporcional al contenido de alófanas, tipo de arcilla predominante en suelos volcánicos (Sánchez, 1981).

El nitrógeno orgánico se encuentra formando parte de la materia orgánica procedente de organismos vegetales y animales. Este nitrógeno que representa la casi totalidad del nitrógeno del suelo, no puede ser utilizado por las plantas mientras no se transforme previamente en nitrógeno inorgánico (Fuentes, 1994).

La acumulación de nitrógeno en los suelos se utiliza para la formación de las proteínas en dos grupos de organismos como las plantas y los microorganismos. Las plantas asimilan el nitrógeno del suelo en forma mineral (NO_3^- y NH_4^+) y lo utilizan para la formación de proteínas. De esa manera el nitrógeno mineral pasa a la forma orgánica; los microorganismos se alimentan del nitrógeno orgánico depositado en el suelo por los residuos vegetales, los excrementos y los animales muertos; ya en el suelo este nitrógeno orgánico pasa por diferentes transformaciones, donde participan los microorganismos y paulatinamente se convierten en nitrógeno mineral (Pastor, 1990).

Fernández (1998), señala que la deficiencia de este nutriente en las plantas produce síntomas de palidez gradual, pasando del color verde profundo al amarillento (clorosis). En primer instancia las hojas de mayor edad son las que mejor desarrollan esta sintomatología, posteriormente si la deficiencia es muy severa, se manifiesta en las hojas jóvenes también; así mismo que la escasez de este elemento es perjudicial para las plantas, también lo es en exceso,

debido a que suele provocar proliferación de órganos vegetativos; con la contrapartida de reducir el órgano de interés comercial o alimenticio; además las plantas se hacen más sensibles a heladas, plagas, enfermedades y daños por viento (acame).

2.6.2 Fósforo

El fósforo es como el nitrógeno un importante elemento nutritivo para las plantas, pues forma parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología y además, desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de los vegetales. Sin su intervención no sería posible la fotosíntesis, porque la fijación de energía luminosa en energía química se lleva a cabo mediante compuestos fosfóricos (Fernández, 1998).

El contenido de fósforo de los suelos varía considerablemente según la naturaleza del material de origen, su grado de meteorización y la cantidad que se haya perdido por lavado. En el suelo puede aparecer en forma orgánica (como elementos constituyentes de diversos materiales orgánicos, restos vegetales o animales, humus, etc.) o inorgánico (compuestos derivados de fosfato o como película de fosfato unidas a la superficie de partículas orgánicas (Lampkin, 1998).

Somarriba (1998), señala que la carencia de fósforo se manifiesta antes de que la planta alcance los ochenta centímetros; su deficiencia presentaría los siguientes síntomas: inicialmente una coloración verde intensa, manchas color rojizo púrpura en los bordes de las hojas, plantas de poco vigor y mal desarrollo radicular, mazorcas pequeñas y deformes. El fósforo actúa sobre los procesos de formación de raíces, la floración, fecundación, formación de granos, además acelera el proceso de maduración.

En los suelos volcánicos (Andisoles), la fijación del fósforo reviste una gran importancia, sobre todo por que estos suelos reciben aproximadamente cada diez años material piroclásticos (material arrojado por los volcanes) que influyen en su fertilidad, y a la vez se traducirá en una fuente portadora de fósforo para las plantas, reduciendo así las cantidades de este elemento a aplicar (García, 2001)

El fósforo orgánico generalmente corresponde del 20 al 50 % del fósforo total de la capa arable. La importancia de conservar la materia orgánica es también función del mantenimiento del fósforo orgánico, particularmente en suelos en que la mayor parte del fósforo está en esta forma. Debido a su alto contenido de óxidos de aluminio los Andisoles también tienen una capacidad muy alta de fijación del fósforo (Sánchez, 1981).

La relación entre la cantidad de fósforo inorgánico añadido al suelo y la concentración de equilibrio de fósforo en la solución del suelo, es un indicador general de la cantidad de fertilizante fosfatado que debe agregarse para alcanzar el nivel deseado de fósforo en la solución del suelo. (Sánchez, 1981).

En suelos con una alta capacidad de fijación como ocurre en la mayoría de los Andisoles, el manejo económico y eficiente del fósforo incluye varios procedimientos; en muchos casos no se nota respuesta a aplicaciones de fósforo con dosis de bajas a moderadas (Sánchez, 1981).

2.6.3 Potasio

El tercero de los elementos llamados mayores, requeridos para el crecimiento de las plantas, es el potasio. Es absorbido como ión K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, pero la fracción cambiante o en forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña. El fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como cloruro potásico y sulfato potásico magnésico (Tisdale y Nelson, 1988).

El potasio es un nutriente esencial para la planta, necesario para la síntesis de aminoácidos y proteínas a partir de los iones amonio, por lo general las plantas contendrán tanto potasio como nitrógeno, siendo el catión más abundante en las células vegetales (Lampkin, 1998).

El papel del potasio en la planta es muy variado, forma parte de un gran número de enzimas, jugando un papel regulador en muchas funciones de las plantas. Interviene en la fotosíntesis de carbohidratos así como el movimiento de estos compuestos y su acumulación en los órganos de reservas, favoreciendo a que se de un mejor aprovechamiento del agua por la planta, debido

a que contribuye a mantener la turgencia celular, reduciendo la transpiración cuando el agua escasea (Fuentes, 1994).

El potasio está presente en grandes cantidades en los suelos, ya que es un componente de rocas y minerales, pero solo una pequeña fracción de su total puede ser aprovechable por las plantas. El potasio asimilable es el catión potásico (K^+), es decir, el potasio con carga eléctrica positiva; este puede encontrarse bien en la solución del suelo (potasio solubilizado) o bien en el complejo adsorbente (potasio adsorbido) (García, 2001).

Estas dos situaciones están en equilibrio, de manera que a medida que la planta absorbe este elemento de la solución del suelo, va siendo repuesto, utilizándose para ello el que se encuentra adsorbido en el complejo (Fernández, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del ensayo

El ensayo se estableció durante la época de primera, entre los meses de junio a octubre del 2002, en la estación experimental “La Compañía”, localizada en el kilómetro 45 de la carretera San Marcos-Masatepe, departamento de Carazo.

En la tabla 2 se puede observar la ubicación y ecología de la zona en estudio.

Tabla 2. Ubicación y ecología de la zona

Latitud norte	11°54'30''
Longitud oeste	86°10'30''
Altura (msnm)	480
Temperatura media anual (°C)	24
Precipitación media anual (mm)	1200-1500
Humedad relativa (%)	85

Fuente: INETER (2002)

En la figura 1 se muestra el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas que se presentaron durante el establecimiento del cultivo.

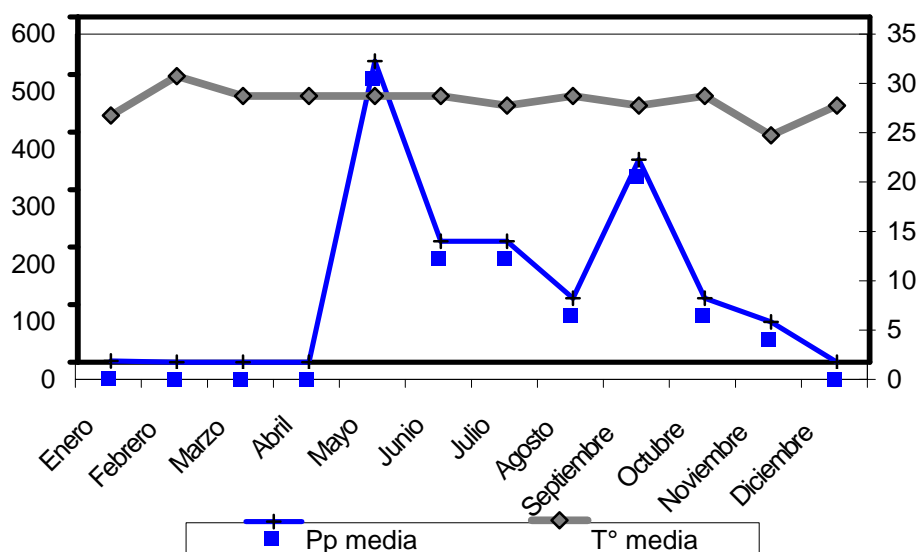


Figura 1. Temperatura (°C) y Precipitación (mm), en la zona de estudio. Fuente: INETER (2002)

3.2 Tipo de suelo

El tipo de suelo de la finca experimental La Compañía es de textura franco limoso, desarrollado a partir de cenizas volcánicas (Talavera, 1989).

Según catastro (1971), citado por Larios y García (1999), estos suelos pertenecen a la serie Masatepe, son suelos moderadamente profundos a profundos, presentan buen drenaje, potencial de iones de hidrógeno (pH) considerado de medianamente ácidos a neutros (6.5), con pendientes casi planas a moderadamente escarpadas, permeabilidad y capacidad de humedad disponible moderada, con densidad aparente baja; el contenido de materia orgánica es alto y los suelos están bien provistos con bases, tal como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis químico de suelo del área en estudio 2002 y su rango de clasificación

PH	M.O	N %	P ppm	K meq/100 g suelo	D.A
6.5	11.06	0.52	3.9	1.504	1 gr/cm ³
Rango	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo

Fuente: Laboratorios de suelos y agua. UNA, 2002; ppm: partes por millón, Meq.: mili-equivalente, DA: densidad aparente

M.O: materia orgánica

3.3 Descripción del trabajo experimental

El estudio consistió en la evaluación de dos ensayos, evaluados por separados en las cuales se realizó la distribución de los tratamientos basados en la fertilización mineral y orgánica del cultivo.

Cada experimento se evaluó como un unifactorial, estableciendo los tratamientos en arreglos de Bloques Completamente al Azar (BCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones, los datos se procesaron haciendo uso del programa estadístico MINITAB, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable y pruebas estadísticas en rangos múltiples utilizando Tukey al 5% de margen de error.

La dimensión total del ensayo fue de 323 metros cuadrados de área total (17m*19m) para los tratamientos minerales y 391 metros cuadrados (17m*23m) para los tratamientos en que se

utilizó abono orgánico (gallinaza); dentro de cada superficie se ubicaron cuatro bloques, en cada bloque se dividieron los tres tratamientos dispuestos al azar (ver tabla 4 y 5).

Tabla 4. Dimensiones del ensayo mineral, estación experimental “La Compañía”. Época de Primera 2002

Componentes	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Unidad experimental	5	4	20
Parcela útil	4	2.4	9.6
Bloque	17	4	68
Área total	17	19	323

Tabla 5. Dimensiones del ensayo orgánico (gallinaza), estación experimental “La Compañía”. Época de Primera 2002

Componentes	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Unidad experimental	5	5	25
Parcela útil	4	3.20	12.8
Bloque	17	5	85
Área total	17	23	391

La distancia entre bloques y unidad experimental fue de 1 metro.

3.4 Descripción de los tratamientos

El ensayo con fertilizante mineral consistió en la aplicación de dos dosis de nitrógeno. Las dosis consistieron en la aplicación de 75 y 150 kg de N/ha y de un testigo con cero aplicación (tabla 6) . Se utilizó la fórmula 12-30-10 al momento de la siembra a razón de 2 qq/mz; fraccionándose de manera que el 75 % se aplicó al momento de la siembra y el 25 % restante a los 35 días después de la siembra, complementándose las dosis con urea para lograr los 75 y 150 kg del nitrógeno aplicado a la siembra y posterior a la siembra.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos (fertilización mineral) en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA)

Tratamientos	Fertilizante	Dosis
T ₁	Químico alto	150 kg N/ha
T ₂	Químico medio	75 kg N/ha
T ₃	Testigo	0 kg N/ha

La dosis de 75 kg de N/ha fue basada en la aplicación equivalente a una dosis alta de nitrógeno; la dosis de 150 kg de N/ha fue utilizada para despejar cualquier respuesta del cultivo a dosis superiores.

En el ensayo orgánico se hizo uso de gallinaza, empleando dosis de 10 y 20 t/ha para los tratamientos en estudio y un testigo con cero aplicación (tabla 7). La dosis de 10 t/ha se considera una dosis suficiente para el cultivo del maíz (Larios y García, 1999). La dosis de 20 t/ha se considera la dosis alta utilizada para asegurar un abastecimiento amplio de nutrientes y evitar cualquier limitante de estos.

Tabla 7. Descripción de los tratamientos (abono orgánico- gallinaza) en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA)

Tratamientos	Abono	Dosis
T ₁	Gallinaza alta	20 t/ha
T ₂	Gallinaza media	10 t/ha
T ₃	Testigo	0 t/ha

En la tabla 8 se presentan algunas características que presentó el abono orgánico gallinaza.

Tabla 8. Algunas características químicas de la gallinaza utilizada en el estudio

Abono	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
Gallinaza	1.62 %	2.18 %	0.24 %	0.45 %	0.25 %	250 ppm	625 ppm	375 ppm

Fuente: Laboratorios de suelos y agua. UNA, 2002; ppm: partes por millón

Las dosis de fertilizantes orgánicos fueron aplicadas basado en trabajos realizados por Larios y García (1999) en la estación experimental “La Compañía”. Estas dosis, al igual que en el experimento mineral, siguió la misma lógica de abastecer el cultivo con altas dosis para encontrar las máximas respuestas posibles del cultivo.

3.5 Variables evaluadas

Durante el transcurso del estudio se evaluaron las siguientes variables del cultivo del maíz

3.5.1 Variables de crecimiento

3.5.1.1 Altura de plantas (cm)

Se evaluaron a los 20, 27, 33, 40, 47, 54, 61 días después de la siembra, tomándose cinco plantas al azar en la parcela útil, midiéndose desde la superficie del suelo hasta donde ocurre el doble de la última hoja en crecimiento, la medición final se realizó hasta la base de la espiga.

3.5.1.2 Diámetro del tallo (cm)

Estos datos se tomaron en cinco plantas al azar dentro de la parcela útil a la altura del segundo entrenudo de la planta mediante el uso de un Vernier. Se registraron los datos con intervalos de siete días desde los 33 hasta los 61 días después de la siembra.

3.5.1.3 Altura del último nudo (cm)

La medición de esta variable se realizó en las cinco plantas obtenidas al azar dentro del área útil, midiéndose desde la base del tallo hasta donde se encontró el último nudo del tallo, realizando las mediciones a los 20, 27, 33 y 40 días después de la siembra.

3.5.1.4 Número de hojas

Se registraron todas las hojas completamente formadas en las cinco plantas tomadas al azar, haciendo un recuento del total de hojas presentes por plantas, realizándose de los 20 a los 61 días después de la siembra a intervalos de siete días entre las tomas de mediciones.

3.5.1.5 Área foliar (cm²)

Las tomas de datos para esta variable se efectuó en la misma frecuencia que altura de planta y número de hojas, midiendo el ancho y la longitud de la hoja más desarrollada y multiplicando los resultados obtenidos por el factor de corrección (0.75.)

3.5.2 Variables del rendimiento

3.5.2.1 Diámetro de mazorca (cm)

Una vez efectuada la cosecha se prosiguió a realizar la toma de datos a la variable diámetro de mazorca, llevándose a cabo mediante la selección de diez mazorcas al azar dentro de la parcela útil de cada tratamiento, haciendo uso del Vernier.

3.5.2.2 Número de hileras por mazorca

A las diez mazorcas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil en cada uno de los tratamientos, se les realizó el conteo del número de hileras por mazorca.

3.5.2.3 Número de granos por hilera

De las diez mazorcas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil se les efectuó el conteo de granos por hilera de cada mazorca.

3.5.2.4 Peso de cien granos en gramos (g)

Se tomaron cien granos de cada tratamiento contabilizados y ajustados al 14 % de humedad, pesándose estos en una balanza de precisión para evitar alteraciones en los pesos de los cien granos.

3.5.2.5 Rendimiento (kg/ha)

La producción de granos que se obtuvieron dentro de cada tratamiento, se pesó y ajustó al 14 % de humedad, reflejándose en kilogramos por hectárea mediante la ecuación propuesta por Gómez y Minelli (1990).

$$Pf (100- Hf)= Pi (100- Hi)$$

Donde:

Pi= peso inicial de campo (kg/ha)

Pf= peso final (kg/ha)

Hi= Porcentaje de humedad inicial en el grano

Hf= Porcentaje de humedad a la que se debe ajustar el rendimiento (14%)

3.6 Manejo Agronómico

Las labores referentes al manejo agronómico de la parcela experimental se llevó a cabo, de tal manera que en las unidades experimentales no difirieron las actividades realizadas; las únicas diferencias presentes fueron las dosis de los tratamientos evaluados.

3.6.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó de forma mecanizada, utilizando el método de labranza convencional, esta consistió en la limpia del terreno, posteriormente un pase de arado y dos pases de grada, estas actividades se llevaron a cabo en las fechas comprendidas del 17 de Mayo al 08 de Junio del 2002.

3.6.2 Siembra

El surcado y siembra se efectuó el 14 de junio del 2002 (época de primera), utilizando un rayador con una distancia de 0.8 m entre surco y 20 cm entre plantas. Se utilizó semilla

mejorada de la variedad NB-S (Nicaragua Blanco Sequía) correspondiente a una variedad precoz con las características mostradas en la tabla 9.

Tabla 9. Características agronómicas del cultivo del maíz variedad NB-S

Tipo de variedad	Sintética, polinización libre
Días a flor	48-50
Altura de planta	180-190 cm
Altura de mazorca	90-110 cm
Forma de mazorca	Cónica
Textura de grano	Semi-harinoso
Días a cosecha	95-100
Madurez relativa	Precoz
Cobertura de la mazorca	Buena
Reacción a acaparamiento	Buena
Rendimiento	35-48 qq/mz

Fuente: INTA & PROMESA (2002)

3.6.3 Control de maleza

Este se realizó en dos momentos durante el ciclo vegetativo del cultivo, el primero se llevó a cabo a los 32 días después de la siembra y el segundo 55 días después de la siembra, esta labor se hizo manualmente utilizando azadón.

3.6.4 Control de plagas

El manejo de plagas durante el ciclo del cultivo estuvo dirigido al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que se presentó como plaga principal. El control fitosanitario se efectuó a los 20 y 35 días después de la siembra mediante aplicaciones de MTD (Methamidofos), haciendo uso de 700cc por hectárea.

3.6.5 Aporque

Esta actividad se llevó a cabo al mismo tiempo que se realizó el primer control de malezas a los 32 días después de la siembra.

3.6.6 Aplicación de fertilizantes

La fertilización orgánica (gallinaza), se aplicó al momento de la siembra al voleo y el fertilizante mineral completo de la fórmula 12-30-10 se aplicó al fondo del surco. El abono orgánico fue aplicado en dosis de 20 y 10 t/ha; las dos dosis de nitrógeno fueron complementadas y fraccionadas con urea al 46 %, aplicando el 75 % del fertilizante al momento de la siembra y el 25 % restante a los 35 días después de la siembra.

3.6.7 Cosecha

La cosecha se realizó cuando el cultivo del maíz completó su madurez fisiológica, esta actividad se llevó a cabo el 3 Octubre del 2002 de forma manual.

3.7 Análisis económico

Para determinar si los tratamientos en estudio son rentables y así poder brindar una recomendación basándose en lo más idóneo para el agricultor desde el punto de vista de la relación costo-beneficio, fue necesario realizar un análisis económico, siguiendo la metodología planteada por CIMMYT (1988), para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

- Costos fijos (US\$/ha): son todos aquellos costos comunes para cada uno de los tratamientos evaluados que incluyen costos de limpieza del terreno, preparación del suelo (arado, gradeo y surcado).
- Costos variables (US\$/ha): son aquellos costos que implican gastos particulares de los tratamientos, incluyendo costos de semilla, fertilización, cosecha y transporte.
- Costos totales (US\$/ha): representan la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.
- Rendimiento (kg/ha): es el resultado obtenido del proceso de producción del cultivo del maíz, expresado en kg/ha.

- Rendimiento ajustado (kg/ha): es el rendimiento medio reducido en cierto porcentaje, en nuestro caso se utilizó un 10 % con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.
- Beneficio Bruto (US\$/ha): es el valor obtenido de la comercialización del producto cosechado, resultando de la multiplicación del rendimiento del cultivo del maíz por el precio de venta.
- Beneficio Neto (US\$/ha): es la diferencia entre el beneficio bruto menos los costos de producción.
- Análisis de Dominancia: es un análisis mediante el cual se ordenan los tratamientos de menores a mayores según los costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando presenta beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.
- Tasa de Retorno Marginal: es la rentabilidad que genera una inversión marginal, siendo la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de las dosis de nitrógeno aportados por el fertilizante mineral y el abono orgánico gallinaza

4.1 Altura de plantas (cm)

La altura de planta es una característica de gran importancia agronómica que tiene influencia en el rendimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de granos (Orozco, 1996). Además, está fuertemente influenciada por condiciones ambientales como la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz (Cuadra, 1988).

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los momentos que se realizaron las mediciones de dicha variable en el ensayo mineral. Sin embargo, en la tabla 10 se puede apreciar, que a partir de los 27 a los 61 días después de la siembra, el tratamiento con dosis de 75 kg de N/ha obtuvo los mayores valores numéricos. Estos resultados probablemente se debieron a que la dosis alta no representó necesariamente un aumento en la altura manteniendo una similitud con la dosis media.

Se atribuye esto al efecto residual de nutrientes existente en el suelo en la zona de estudio, ya que las cantidades de nitrógeno y materia orgánica presentan valores altos, lo cual permitió que no existiera una diferencia marcada en cuanto a la altura de la planta en los diferentes tratamientos.

Estos resultados no concuerdan con lo expresado por Camacho y Bonilla (1999), quienes expresan que a mayores dosis nitrogenadas la altura tenderá a incrementarse.

Los resultados reflejados en la tabla 10 para el ensayo orgánico (gallinaza) indican que a los 20 días después de la siembra, los tratamientos presentaron diferencias significativas, clasificándose en tres categorías diferentes, obteniéndose la mayor altura con el tratamiento con dosis de 20 t/ha, seguido por la aplicación de 10 t/ha y en último lugar el testigo.

De igual manera a partir de los 27 hasta los 61 días después de la siembra, los tratamientos en estudio mostraron diferencias significativa, clasificándose en dos categorías estadística, en primer lugar las aplicaciones de 20 y 10 t/ha de gallinaza y en último lugar al testigo; así mismo la altura de la planta aumenta en la medida que aumenta la dosis de gallinaza, esto se debe a que al haber mayor cantidad de gallinaza en el suelo, las plantas lograron absorber mayor cantidad de elementos nutritivos, favoreciendo el crecimiento de las mismas.

Según Yagodin *et al.*, (1986), afirman que la gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción, conteniendo los nutrientes básicos indispensable para la planta, pero en mucha mayor cantidad.

La altura de planta obtenida a los 61 días después de la siembra, tanto en el ensayo mineral como en el orgánico (gallinaza) presentó similitud, obteniéndose los mayores valores numéricos con los tratamientos de 75 kg de N/ha y el de 20 t/ha de gallinaza; cabe destacar que estos valores se encuentran por debajo de los valores promedios establecidos para dicha variedad; según el INTA-PROMESA (2002), estos valores promedios son de 180-190 cm, los cuales están por encima de los obtenidos en el ensayo llevado a cabo.

Tabla 10. Altura de planta (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral							
Tratamientos	20 dds	27 dds	33 dds	40 dds	47 dds	54 dds	61 dds
150 kg N/ha	18.70 a	34.30 a	47.75 a	75.80 a	110.90 a	151.07 a	172.40 a
75 kg N/ha	20.20 a	35.60 a	53.45 a	85.05 a	121.20 a	162.82 a	172.75 a
Testigo	20.67 a	32.70 a	49.80 a	77.50 a	111.62 a	140.90 a	171.15 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% C.V.	8.37	8.14	5.51	2.33	2.31	10.54	6.23
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)							
20 t/ha	32.72 a	49.20 a	69.00 a	112.95 a	133.25 a	157.80 a	172.60 a
10 t/ha	30.05 ab	48.80 a	70.75 a	111.85 a	136.10 a	158.70 a	168.90 a
Testigo	25.95 b	34.70 b	48.80 b	76.70 b	91.47 b	128.65 b	137.60 b
ANDEVA	*	**	**	**	**	**	**
% C.V.	10.28	4.76	9.05	9.67	5.89	6.40	2.90

dds: días después de la siembra

4.2 Número de hojas

El número de hojas por plantas de maíz es variable, encontrándose plantas desde ocho hojas hasta alrededor de veintiuno. El número más frecuente es de doce a dieciocho hojas, con un promedio de catorce. Este número de hojas obviamente depende del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja (Robles, 1990).

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente y en ninguno de los tratamientos se encontró diferencias significativas para los tratamientos del ensayo mineral, los cuales pueden clasificarse en una sola categoría estadísticas.

En la tabla 11 se puede apreciar que a los 27, 33, 40, 54 y 61 días después de la siembra, el tratamiento con aplicaciones de 75 kg N/ha obtuvo los mayores valores numéricos por encima del tratamiento con dosis de 150 kg N/ha y del testigo.

Podemos atribuir que las altas dosis de fertilizante mineral no contribuyeron a que hubieran un incremento en el número de hojas, conllevando a que no existieran diferencias significativas entre los tratamientos, esto se debe a que la planta extrae los nutrientes del suelo que se encuentran como reservas, permitiendo que el testigo se comportara de manera similar a los demás tratamientos.

Estos resultados concuerdan con estudios similares realizados por Larios y García (1999), los cuales no encontraron diferencias significativas para la variable número de hojas.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para el ensayo orgánico (gallinaza) como lo demuestra la tabla 11 que los tratamientos evaluados a los 20 días después de la siembra no presentaron diferencias significativas; obteniéndose los mayores valores numéricos con la aplicación de 20 t/ha de gallinaza; esto pudo deberse a que en las primeras etapas de crecimiento la planta obtiene los nutrientes del suelo y de las sustancias de reservas contenidas en los cotiledones, extrayendo lo necesario para su crecimiento.

Por otra parte el análisis estadístico muestra un efecto altamente significativo a los 27, 33 y 40 días después de la siembra, separándose en dos categorías estadísticas, en primer lugar tenemos a los tratamientos con aplicación de 20 y 10 t/ha de gallinaza, seguido del testigo.

Las diferencias significativas que presentó esta variable pudo estar influenciada por el grado de descomposición de la gallinaza, por lo tanto los nutrientes contenidos en la gallinaza se tornaron mejor aprovechable y disponible para la planta, ya que la planta en esta etapa de crecimiento presenta mayor área radicular y por ende tendrá mayor acceso a la absorción de los elementos nutritivos liberados por la gallinaza; ya que la existencia en el suelo de mayores cantidades de gallinaza favorece a que la planta tenga una mejor reserva de los nutrientes y menores pérdidas de estos causadas por fenómenos como lixiviación, el cual tiene una gran influencia en la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

La falta de significancia a partir de los 47 a los 61 días después de la siembra se debió a que la planta ha dejado de emitir nuevas hojas, ya que a completado su ciclo vegetativo, por lo tanto la cantidad de nutrientes aportados por la gallinaza no influyó a que la planta emita nuevas hojas, sino que estos son aprovechados por la planta para suplir otras funciones; como las variables que influyen positivamente en el rendimiento.

Cabe destacar que a mayores dosis de nitrógeno vía gallinaza la planta muestra tendencia a aumentar el crecimiento pero no el número de hojas, como se puede apreciar a los 61 días después de la siembra.

Se puede observar en la tabla 11 que el tratamiento de 20 t/ha de gallinaza presento a los 61 días después de la siembra el mayor valor numérico en cuanto a la variable número de hojas en comparación con los tratamientos del ensayo mineral.

Tabla 11. Número de hojas en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral							
Tratamientos	20 dds	27 dds	33 dds	40 dds	47 dds	54 dds	61 dds
150 kg N/ha	6.80 a	7.55 a	7.75 a	9.40 a	11.10 a	11.60 a	12.60 a
75 kg N/ha	6.55 a	7.75 a	8.25 a	9.95 a	10.87 a	11.95 a	12.67 a
Testigo	6.95 a	7.20 a	8.00 a	9.45 a	11.05 a	11.52 a	12.15 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% C.V.	8.57	4.64	3.36	6.14	2.61	5.45	3.46
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)							
20 t/ha	8.00 a	9.15 a	10.05 a	11.40 a	12.05 a	13.10 a	13.22 a
10 t/ha	7.40 a	8.60 a	10.35 a	11.25 a	11.50 a	12.35 a	12.52 a
Testigo	7.50 a	7.75 b	8.80 b	9.80 b	10.85 a	11.95 a	12.17 a
ANDEVA	NS	**	**	**	NS	NS	NS
% C.V.	9.25	3.57	3.64	4.25	6.77	4.43	4.67

dds= días después de la siembra

4.3 Area foliar (cm²)

El área foliar es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido basándose en algunos parámetros tales como: ancho y longitud de la hoja y número de nudos. Además, ésta variable va a depender en cuanto a su tamaño, de la variedad, la posición de las hojas respecto al tallo, la edad y las condiciones ambientales, de la luz y humedad (Tapia y Camacho, 1988).

Por la importancia que desempeña el nitrógeno en la fisiología, una insuficiencia de este elemento reduce las dimensiones de la planta, el área foliar, el número y tamaño de frutos y semillas (Gordón *et al.*, 1994).

A partir de los 20 a los 61 días después de la siembra los datos obtenidos en el ensayo mineral no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Así mismo a partir de los 40 a los 61 días después de la siembra se puede apreciar que los tratamientos empleados con dosis mayores a las del testigo desarrollaron los mayores valores numéricos (ver tabla 12).

Estos resultados obedecen a que incrementando el aporte del nitrógeno en el cultivo del maíz se produce un aumento de compuestos solubles y proteínas, al mismo tiempo, el aumento del contenido proteico, las hojas crecen más y se aumenta la superficie del área foliar y con ello la capacidad para incrementar la fotosíntesis (Wild, 1992).

La dosis de nitrógeno necesaria para obtener una superficie foliar óptima varía mucho de un cultivo a otro. Si se sobrepasa la dosis óptima, la planta desarrollará una masa foliar excesiva, que será menos eficaz que la de una planta a dosis adecuada. La causa de esta falta de eficacia es el auto sombreado; las hojas de la parte inferior de la planta no reciben la luz suficiente; se tornan de color verde pálido o amarillo y no realizan la fotosíntesis de forma eficaz, aunque continúan respirando, de modo que en la planta se produce una pérdida neta de asimilados, es decir se elaborara una menor cantidad de azúcares que han de ser convertidos en almidón o proteínas (Simpson, 1991).

Por lo tanto, el valor más alto del área foliar es necesario para que el cultivo tenga una mayor fotosíntesis durante el período productivo y por tanto, mayor capacidad de producción de fotosintatos, los cuales forman nuevas estructuras y en la etapa de formación del fruto emigren hacia el grano para incrementar su peso (Vázquez, 1999).

En la tabla 12, el análisis estadístico para los tratamientos con gallinaza refleja que a los 20 y 27 días después de la siembra no hubo diferencias significativas, esto puede atribuirse a lo anteriormente expuesto en la variable promedio número de hojas en la cual reflejamos que en las primeras etapas de crecimiento la planta obtiene los nutrientes del suelo extrayendo lo necesario para su crecimiento, pero a medida que la planta crece la necesidad de nutrientes es mayor, por lo tanto el suelo no puede suplir dichas necesidades y es por eso que se hace necesario aplicar fertilizante mineral o abonos orgánicos para un buen desarrollo del cultivo.

Los tratamientos evaluados a los 33 y 40 días después de la siembra mostraron diferencias significativas clasificándose en tres categorías estadísticas, en primer lugar se encuentra el tratamiento con dosis de 20 t/ha de gallinaza, seguido por el tratamiento de 10 t/ha de gallinaza y en último lugar el testigo.

En cambio a los 47, 54 y 61 días después de la siembra los tratamientos se pueden clasificar en dos categorías estadísticas en primer orden tenemos los tratamientos con dosis de 20 y 10 t/ha de gallinaza, seguido por el testigo.

Los resultados obtenidos en el estudio se debe que a mayores cantidades de nitrógeno suministrado al suelo y por ende absorbido por la planta, tiende a haber un aumento en el área foliar, la significancia obtenida mediante el análisis estadístico (ANDEVA) a partir de los 33 hasta los 61 días después de la siembra se debe en parte a que los nutrientes contenidos en la gallinaza se tornan disponibles para la planta a medida que avanza el grado de descomposición de esta.

Las diferencias significativas son de suma importancia por lo que el desarrollo del área foliar es un criterio fitotécnico muy importante puesto que en muchos casos es un indicador del buen desarrollo del cultivo, también es un indicador de la radiación fotosintética, la cual permite la traslocación de foto asimilados al grano (Acosta, 1985).

Comparando el ensayo mineral con el orgánico (gallinaza) en cuanto a la variable área foliar se puede apreciar que el tratamiento con 20 t/ha de gallinaza obtuvo los mayores valores numéricos a los 61 días después de la siembra, superando a los tratamientos del ensayo mineral.

Tabla 12. Área foliar (cm²), en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral							
Tratamientos	20 dds	27 dds	33 dds	40 dds	47 dds	54 dds	61 dds
150 kg N/ha	29.03 a	106.85 a	264.78 a	531.84 a	661.80 a	677.15 a	682.27 a
75 kg N/ha	29.79 a	98.15 a	304.55 a	552.69 a	650.91 a	660.09 a	664.64 a
Testigo	37.08 a	98.52 a	291.76 a	507.61 a	621.85 a	632.17 a	635.26 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% C.V.	26.77	12.13	8.89	5.08	7.62	7.26	7.04
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)							
20 t/ha	61.42 a	131.63 a	538.81 a	689.79 a	714.03 a	725.83 a	729.66 a
10 t/ha	71.58 a	124.17 a	521.34 ab	610.87 ab	641.73 a	672.37 a	677.95 a
Testigo	60.43 a	118.05 a	338.73 b	456.16 b	474.72 b	526.76 b	533.47 b
ANDEVA	NS	NS	**	*	**	**	**
% C.V.	17.21	8.66	7.19	14.83	12.09	8.69	8.28

dds= días después de la siembra

4.4 Altura del último nudo (cm)

La variable altura del último nudo está estrechamente relacionada con la altura de la planta, ya que al existir un aumento en la altura de la planta esto provocará un incremento en la altura del último nudo.

El análisis estadístico para esta variable demuestra (ver tabla 13) que los tratamientos minerales evaluados no presentaron diferencias significativas, por lo tanto, se pueden clasificar en una misma categoría estadística. Así mismo indica que el tratamiento con dosis de 75 kg N/ha fue el que presentó los mayores valores numéricos a partir de los 27 a los 40 días después de la siembra.

Estos resultados no coinciden con Camacho y Bonilla (1999), los cuales indican que a mayores dosis de nitrógeno aplicadas al cultivo, habrá un incremento en la altura de la planta y por ende en la altura del último nudo.

La tabla 13 refleja que los tratamientos orgánicos (gallinaza) en estudio para esta variable mostraron diferencias significativas. Los tratamientos a los 20 días después de la siembra se clasificaron en tres ordenes distintos, primero se encuentra el tratamiento con dosis de 20 t/ha de gallinaza seguido por la aplicación con 10 t/ha del abono orgánico gallinaza y en último lugar se encuentra el testigo; sin embargo a los 27, 33 y 40 días después de la siembra las categorías estadísticas se separaron en dos ordenes, presentando la mayor altura del último nudo los tratamientos con dosis de 20 y 10 t/ha de gallinaza seguido por el testigo.

Es necesario hacer mención del efecto ejercido por la gallinaza en la variable altura del último nudo en donde se puede constatar que en las etapas finales del crecimiento del cultivo se ve reflejado que al existir dosis altas de gallinaza tiende a haber un aumento considerable en la altura de la planta y por consiguiente un aumento en la altura del último nudo, tal como se puede apreciar a los 40 días después de la siembra.

A los 40 días después de la siembra la tabla 13 refleja que los tratamientos a base de gallinaza manifiestan superioridad con respecto a los tratamientos del ensayo mineral en cuanto a la altura del último nudo

Tabla 13. Altura del último nudo (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral				
Tratamientos	20 dds	27 dds	33 dds	40 dds
150 kg N/ha	8.71 a	16.70 a	23.30 a	41.95 a
75 kg N/ha	9.24 a	16.95 a	27.05 a	48.27 a
Testigo	9.55 a	15.65 a	26.20 a	40.57 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% C.V.	9.94	8.89	8.26	9.64
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)				
20 t/ha	15.62 a	23.75 a	36.60 a	72.60 a
10 t/ha	14.95 ab	24.10 a	38.75 a	71.45 a
Testigo	11.97 b	16.35 b	22.35 b	34.85 b
ANDEVA	*	**	**	**
% C.V.	10.84	6.83	10.35	10.99

dds= días después de la siembra

4.5 Diámetro del tallo (cm)

El maíz es cultivo que se ve fuertemente afectado por fuertes vientos provocando acame de los tallos o volcamiento de los mismos, por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para contrarrestar este efecto.

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, este se puede ver afectado por diferentes densidades de siembra, contenidos de nutrientes entre ellos el nitrógeno y la competencia por luz, lo que provoca una elongación de los tallos favoreciendo el acame de las plantas (Alvarado y Centeno, 1994).

En la tabla 14 se puede observar que el análisis de varianza (ANDEVA) realizado a la variable diámetro del tallo para los tratamientos minerales, no mostró diferencias significativas entre el período que comprende de los 33 a los 47 días después de la siembra, clasificándose en una sola categoría estadística, sin embargo, a los 54 y 61 días después de la siembra la separación de medias por Tukey clasificó en dos categorías estadística a los tratamientos en estudios, en primer lugar tenemos a los tratamientos con aplicaciones de 150 y 75 kg N/ha, seguido por el testigo.

Lo expresado anteriormente nos indica que la alta significancia obtenida a los 54 y 61 días después de la siembra se debió, que a mayores dosis de fertilizante la planta tiende a desarrollar más el diámetro del tallo por encima de aquellas que no presentan suministro de nitrógeno adicional.

Estos resultados obtenidos reafirman lo expuesto por Arzola *et al.*, (1981) quienes indican que un adecuado suministro de nitrógeno influye positivamente en el diámetro del tallo, así mismo Camacho y Bonilla (1999), aseguran que a medida que se aumenta la dosis de fertilizante se presenta un aumento en el diámetro del tallo; según Poey (1973), citado por Benavides y Siles (1990), las altas fertilizaciones tienden a debilitar el tallo al aumentar el crecimiento de la planta de maíz, influyendo negativamente en el rendimiento.

Este aumento en el diámetro del tallo puede explicarse sobre el hecho de que las plantas requieren dosis pequeñas de fertilizantes nitrogenados en sus épocas tempranas de crecimiento y mayores cantidades en estados posteriores para alcanzar su máximo desarrollo. Esto se relaciona con lo expuesto por Yagodin *et al.*, (1986) quienes indican que la entrada de elementos nutritivos a las plantas varía con el crecimiento.

Los resultados para el ensayo orgánico (gallinaza) mostrados en la tabla 14 señalan que se encontró diferencias altamente significativa para esta variable, cabe destacar que a los 33, 40, 47 y 61 días después de la siembra las categorías estadísticas presentaron el siguiente orden, en primer instancia las aplicaciones de 20 y 10 t/ha de gallinaza, presentando el mayor diámetro del tallo, seguido del tratamiento con cero aplicación de gallinaza quien presentó el menor diámetro, mientras que a los 54 días después de la siembra las categorías estadísticas se clasificaron en tres ordenes diferentes. La primer categoría pertenece a la aplicación de 20 t/ha de gallinaza, seguido por el tratamiento de 10 t/ha de gallinaza y en ultimo lugar se encuentra el testigo.

Las diferencias significativas mostradas en el estudio revelan que los nutrientes aportados por la gallinaza pudieron coincidir con el período de mayor demanda de nutrientes por la planta, es decir que en este período la gallinaza presentó un mayor grado de mineralización y por lo tanto una mejor aportación de nutrientes lo cual permitió que se obtuvieran mayores diámetros del tallo de la planta.

Las aplicación de nitrógeno es uno de los factores mas importantes que inciden en el diámetro de las plantas (Robles, 1990). Según Arzola *et al.*,(1981), altas dosis de nitrógeno influye positivamente en esta variable.

Los resultados reflejados en la tabla 14 para la variable diámetro del tallo a los 61 días después de la siembra muestran que los tratamientos a base de gallinaza superaron numéricamente a los tratamientos del ensayo mineral.

Tabla 14. Diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral					
Tratamientos	33 dds	40 dds	47 dds	54 dds	61 dds
150 kg N/ha	1.56 a	2.12 a	2.41 a	2.38 a	2.42 a
75 kg N/ha	1.73 a	2.12 a	2.37 a	2.27 a	2.35 a
Testigo	1.56 a	1.90 a	2.22 a	2.07 b	1.95 b
ANDEVA	NS	NS	NS	**	**
% C.V.	10.74	2.69	1.83	2.07	2.82
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)					
20 t/ha	2.53 a	2.83 a	2.77 a	2.78 a	2.54 a
10 t/ha	2.40 a	2.67 a	2.61 a	2.43 b	2.59 a
Testigo	1.63 b	1.94 b	2.16 b	2.11 c	2.13 b
ANDEVA	**	**	**	**	**
% C.V.	1.86	2.61	1.97	1.51	2.24

dds= días después de la siembra

4.6 Diámetro de mazorcas (cm)

El diámetro de la mazorca forma parte de la fase reproductiva en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. Si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de mazorca que al final repercutirá en bajos rendimientos (Rivas, 1993).

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

Los resultados reflejados en la tabla 15, indican que los tratamientos minerales no presentaron diferencias significativas entre ellos, estos resultados coinciden con otros autores como Camacho y Bonilla (1999) quienes reportan resultados similares para el diámetro de mazorca al estudiar diferentes niveles de nitrógeno.

El mayor valor numérico dentro de esta variable lo presentó el tratamiento con dosis de 150 kg N/ha. Este aumento en el diámetro de mazorca puede explicarse por el hecho de haber utilizado altas dosis de fertilizantes lo que conlleva a que los nutrientes absorbidos por las planta se destinen a la formación de almidones en los granos y un mayor grosor en el diámetro de mazorca.

La variable diámetro de mazorca a base de gallinaza presentó diferencias altamente significativas para el análisis de varianza (ANDEVA), en la cual el conjunto de tratamientos comparados se separaron en dos categorías, en primer lugar se encuentran los tratamientos con aplicaciones de 10 y 20 t/ha de gallinaza, seguido por el testigo que presentó el menor diámetro de mazorca (ver tabla 15).

Consideramos que este efecto se debió que al suministrar altas dosis de gallinaza contribuyo a que se manifestara un mejor desarrollo del diámetro de mazorca, y por consiguiente un mayor número de hileras por mazorcas y granos por hileras, caso contrario ocurre en el testigo.

Los valores reflejados en la tabla 15 muestran que las dosis 10 y 20 t/ha de gallinaza superaron en valores numéricos a los presentados por los tratamientos en los que se aplicó del fertilizante mineral.

4.7 Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorcas es un elemento correlativo del grano; debido a que la mazorca y la espiga se diferencian y desarrollan en la etapa reproductiva, el número de hilera de la mazorca está determinado desde el principio de la diferenciación de ésta (Jugenheimer, 1981).

Por su parte Contreras (1994), menciona que la fisiología del maíz está determinada por el factor genético y que el número de hileras por mazorcas es una variable que teniendo una buena nutrición aumenta la masa relativa de la mazorca.

El análisis realizado a los tratamientos minerales para la variable número de hilera por mazorca demostró que no hubo diferencias significativas, comportándose los tratamientos en estudio como una sola categoría estadísticas (ver tabla 15). Esto concuerda con estudios realizados por Orozco (1996), Larios y García (1999), los cuales no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos al evaluar el número de hileras por mazorca.

Sin embargo es notorio apreciar que los mayores valores numéricos los presentó el tratamiento con aplicación de 150 kg N/ha, coincidiendo con estudio realizados por Centeno y Castro (1993), quienes consideran que el número de hileras por mazorca está en dependencia de ésta, la variedad y sobre todo de un buen suministro de nitrógeno con lo que aumentara la masa relativa de esta, incrementando el número de hilera por mazorca.

Esto nos lleva a la conclusión que las diferencias numéricas que presentó esta variable está atribuida a la aplicación de altas dosis de fertilizantes y al aumento del diámetro de mazorca, lo cual se traducirá así en un mayor número de hileras por mazorca, tal es el caso presentado por los tratamientos de 150 y 75 kg N/ha en comparación con el testigo.

Los resultados obtenidos al hacer el análisis de varianza (ANDEVA) para los tratamientos orgánicos a base de gallinaza, indican (ver tabla 15) que esta variable no mostró diferencia significativa, agrupándose en una sola categoría estadística, obteniéndose el mayor número de hileras por mazorca con el tratamiento con dosis de 10 t/ha de gallinaza.

El mayor valor numérico fue presentado por el tratamiento con dosis de 150 kg de N/ha en comparación con los valores obtenidos en el ensayo orgánico a base de gallinaza.

4.8 Número de granos por hilera

El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras y a su vez el número de granos estará determinado por la alimentación mineral e hídrica así como por la densidad y la profundidad de las raíces, se sabe que adecuadas dosis de nitrógeno tienen

influencias positivas sobre los componentes de los rendimientos entre ellos el número de granos por hileras (Blandón y Smith, 2001).

Se puede apreciar en la tabla 15 que los tratamientos en el ensayo mineral no presentaron diferencias significativas, sin embargo, existen diferencias numéricas, siendo la aplicación del tratamiento con dosis de 75 kg N/ha el que presentó el mayor número de granos por hilera, seguido por la aplicación de 150 kg N/ha y el menor número de grano por hileras se obtuvo con el testigo.

Este comportamiento de la diferencia numérica que existen entre el tratamiento de 75 y 150 kg N/ha en relación con el testigo, se debe a que el número de granos está relacionado con la longitud, número de hileras por mazorcas, un buen suministro de nitrógeno y un eficiente aprovechamiento de los nutrientes por parte de la planta.

En lo que se refiere al número de granos por hileras para el ensayo orgánico (gallinaza), se puede verificar que esta variable no mostró diferencias significativas, pero si una diferencia numérica, siendo el tratamiento con dosis de 20 t/ha de gallinaza el que mostró el mayor número de granos seguido por el tratamiento de 10 t/ha de gallinaza y por último el testigo.

Esto concuerda con lo afirmado por Lemcoff y Loomis (1986) quienes afirman que en maíz el número de granos está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno. Juggenheimer (1981), determinó que el número de granos por hilera está relacionado con la longitud y el número de hilera por mazorca.

Estos resultados concuerdan con el trabajo realizado por Larios y García (1999), quienes no encontraron diferencias significativas al hacer uso de dosis similares en los tratamientos con aplicaciones de gallinaza.

Al comparar los tratamientos minerales con el orgánico con respecto a la variable número de granos por hilera se aprecia que los mayores valores numéricos los presentó los tratamientos de 20 y 10 t/ha de gallinaza.

4.9 Peso de 100 granos en gramos (g)

El peso de 100 granos está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de los nutrientes contenido en la materia orgánica a los granos y al llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficiencia de los procesos desarrollados por hojas, tallos, así como por la alimentación mineral e hídricas de cada planta durante el período de llenado de los granos (Blandón y Smith, 2001).

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización contribuye al rendimiento en una producción que difiere con las variables y las condiciones del medio ambiente (López, 1991; que concuerda con Zapata y Orozco, 1991).

Los resultados reflejados en la tabla 15 indican que no hubo efecto significativo entre los tratamientos minerales en la variable peso de 100 granos, sin embargo el mayor valor numérico en peso de granos en el ensayo mineral lo presentó el tratamiento con dosis de 150 kg N/ha, seguido por el de 75 kg N/ha y el tratamiento con cero aplicación de fertilizante obtuvo el menor peso de granos.

De manera general podemos argumentar que los mayores peso obtenidos por los tratamientos de 150 y 75 kg N/ha se deben en parte a que la aplicación del fertilizante nitrogenado es uno de los principales componentes para el desarrollo y crecimiento de la planta, y de su disponibilidad dependerá la acumulación y traslocación de sustancias de reservas para un eficiente llenado del grano durante la etapa reproductiva de la planta.

Mediante el análisis de varianza realizado a la variable peso de 100 granos reflejado en la tabla 15 en el ensayo orgánico (gallinaza), nos indica que los tratamientos evaluados mostraron diferencias altamente significativas entre ellos, presentándose el valor más alto en el tratamiento con dosis de 10 t/ha de gallinaza seguido por el tratamiento con dosis de 20 t/ha y en tercer lugar el testigo.

Estas diferencias se vieron influenciadas por la disponibilidad de los elementos nutritivos presentes en la gallinaza, que jugaron un papel muy importante durante la fase del llenado de los granos, es decir que al utilizar dosis adecuadas de gallinaza, la planta tendrá una fuente de nutrientes disponible para el momento en que ella trasloca los nutrientes del suelo a los granos.

Podemos indicar que las diferencias altamente significativas pueden estar atribuidas que al haber un mayor número de granos por hileras en el tratamiento con aplicaciones de 20 t/ha de gallinaza reducirá el peso de los granos, debido a que la planta tendrá que distribuir los nutrientes a más granos existentes, lo cual mermará el tamaño y peso de estos.

Por otra parte el menor peso presentado por el testigo se debió en parte a que la planta cuando presentó la demanda de nutrientes, el suelo no pudo suministrarle lo necesario para que hubiese un mayor llenado de grano. Lo cual coincide con lo expresado por Lemcoff y Loomis (1986), quienes indican que el peso de los granos está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno.

En la tabla 15 se puede notar que los tratamientos orgánicos a base de gallinaza presentaron los mayores valores numéricos en cuanto a la variable peso de 100 granos al compararlos con los tratamientos del ensayo mineral.

4.10 Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento está en dependencia de la calidad, cantidad y tamaños de los granos, sobre todo cuando está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno (Lemcoff y Loomis, 1986).

El maíz al igual que otras plantas no puede producir altos rendimientos al menos que exista una disponibilidad de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo (Somarriba, 1998).

El rol del nitrógeno sobre los rendimientos varía con los cultivos, incluso con la variedad y aun con el cultivar, de acuerdo al potencial genético de estos; en el maíz su influencia la ejerce

favoreciendo el ahijamiento, el número de granos por mazorcas y el elevado peso y tamaño de los granos. Todo estos componentes del rendimiento dependen de la nutrición nitrogenada durante la etapa de desarrollo vegetativo e inmediatamente antes de la floración (Salmerón y García, 1994).

El análisis estadístico realizado a esta variable indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos minerales evaluados, sin embargo se puede constatar que el tratamiento con dosis de 75 kg N/ha superó numéricamente al tratamiento con aplicación de 150 kg N/ha y al testigo.

Se atribuye la falta de significancia a que los suelos de “La compañía” son ricos en materia orgánica, por ende de nitrógeno lo que jugó un papel fundamental con la disponibilidad de nutrientes de parte del suelo para la planta.

Las diferencias numéricas reflejadas en la tabla 15 indican que el uso de dosis óptima de nitrógeno tienden a incrementar los rendimientos, mientras que dosis excesivas de nitrógeno tienden a generar un desequilibrio en la planta y por ende un deterioro en la calidad del producto mermando los rendimientos, ya que los nutrientes absorbidos por la planta son destinados a suplir otras funciones como un excesivo desarrollo vegetativo, influyendo negativamente en el rendimiento.

Lo expresado anteriormente coincide con Fuentes (1994), quien indica que a medida que aumenta la dosis de fertilizante incorporado al suelo va disminuyendo el incremento de cosecha conseguido por cada unidad de fertilizante aportada, hasta que llega un momento en que un aumento en la dosis no se traduce en un aumento en la producción.

Los fertilizantes serán efectivos cuando los tipos, grados y cantidades satisfagan las necesidades de los cultivos y cuando la absorción de estos por parte de la planta sea óptima, y genere rendimientos satisfactorios al productor (Manual para la Educación Agropecuaria, 1997).

El análisis estadístico reflejado en la tabla 15 para la variable en estudio presentó diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos a base de gallinaza, clasificándose en dos categorías estadísticas, en primer orden los tratamientos con dosis de 20 y 10 t/ha de gallinaza, seguido por el testigo.

Esto coincide con lo expresado por Lemcoff y Loomis (1986), quienes afirman que el rendimiento está en dependencia de la calidad, cantidad y tamaño de los granos, sobre todo cuando está fuertemente influenciado por adecuadas dosis de nitrógeno.

Según Larios y García (1999), el período transcurrido desde la aplicación de la gallinaza hasta la floración del cultivo, es tiempo suficiente para que se produzca una mineralización y por consiguiente una aportación de nutrimentos que puede coincidir con el período de mayor demanda de nutrientes, el cual permite alcanzar mayores rendimientos.

Los datos obtenidos muestran claramente que la aportación de nutrientes por parte del abono orgánico gallinaza mejoraron los componentes del rendimiento lo que repercutió en un mayor rendimiento.

Los resultados del rendimiento obtenidos en el ensayo con dosis media de gallinaza (10 t/ha) fueron de 4300.76 kg/ha, siendo similares a los resultados en el ensayo realizado por Larios y García (1999), los cuales obtuvieron 4447.20 kg/ha haciendo uso de la misma dosis de 10 t/ha de gallinaza.

Sin embargo, podemos mencionar que los mejores rendimientos fueron presentados por los tratamientos de 75 kg de N/ha del fertilizante mineral con 4822.93 kg y el de 20 t/ha de gallinaza con 4542.88 kg; es notorio observar que los resultados obtenidos en dichos ensayos superaron los promedios establecidos por el INTA y PROMESA (2002), quienes indican que los rendimientos promedios para la variedad NB-S son de 1590.75-2181.6 kg.

Tabla 15. Componentes del rendimiento, en diferentes etapas de crecimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), época de primera 2002

Tratamientos con fertilizante mineral					
Tratamientos	DM (cm)	NH/M	NG/H	P100G (g)	Rto kg/ha
150 kg N/ha	4.69 a	13.75 a	30.87 a	29.25 a	4338.53 a
75 kg N/ha	4.63 a	13.65 a	32.85 a	26.50 a	4822.93 a
Testigo	4.56 a	13.52 a	29.53 a	25.50 a	3809.88 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
% C.V.	3.38	3.16	6.32	6.48	19.94
Tratamientos con abono orgánico (gallinaza)					
20 t/ha	4.73 a	13.50 a	35.52 a	31.25 b	4542.88 a
10 t/ha	4.93 a	13.65 a	34.25 a	34.00 a	4300.76 a
Testigo	4.38 b	12.58 a	29.35 a	27.75 c	2304.77 b
ANDEVA	**	NS	NS	**	**
% C.V.	2.77	4.71	8.79	2.46	22.86

DM: Diámetro de Mazorca, NH/M: Número de hileras por mazorca, NG/H: Número de granos por hileras, P100G (g): Peso de cien granos expresados en gramos, Rto kg/ha: Rendimiento en kg/ha

4.11 Análisis económico

El análisis económico es de mucha importancia para determinar el comportamiento de un experimento y poder recomendar en términos económicos una alternativa de producción, es decir el grado de inversión que se obtendrá con la producción.

4.11.1 Presupuesto parcial

Según CIMMYT (1988), señala que el presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

También es una manera de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en finca, este incluye los rendimientos medios para cada tratamiento, los rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo, basados de acuerdo al precio de campo del cultivo.

Tabla 16. Presupuesto parcial del ensayo mineral expresado en dólares US\$, maíz de primera 2002

Indicadores	Testigo	Trat. 75 kg N/ha	Trat. 150 kg N/ha
Rendimiento kg/ha	3809.88	4822.93	4338.53
10 %	380.98	482.29	433.85
Rto ajustado kg/ha	3428.89	4340.64	3904.68
Beneficio bruto	421.75	533.89	480.27
Costo del fertilizante	0	63.63	103.81
Costo del transporte	0	5.96	11.89
Costo de aplicación.	0	8.76	17.53
Costos variables	0	78.35	133.23
Beneficio netos	421.75	455.54	347.04

El precio de cambio es 14.30 C\$ por dólar; Un kg de maíz está valorado en 0.1230 US\$

Tabla 17. Presupuesto parcial del ensayo orgánico (gallinaza) expresado en dólares US\$, maíz de primera 2002

Indicadores	Testigo	Gallinaza 10 t/ha	Gallinaza 20 t/ha
Rendimiento kg/ha	2304.77	4300.76	4542.88
10 %	230.47	430.07	454.28
Rto ajustado	2074.29	3870.68	4088.59
Beneficio bruto	255.13	476.09	502.89
Cost. Ab.+ Cost. Transp.	0	93.24	186.48
Costo de aplicación	0	6.69	13.38
Costos variables	0	99.93	199.86
Beneficios netos	255.13	376.16	303.03

El precio de cambio es 14.30 C\$ por dólar; Un kg de maíz está valorado en 0.1230 US\$; Cost. Ab. + Cost. Transp : costo del abono y costo del transporte.

4.11.2 Análisis de dominancia

El siguiente paso del análisis económico es la determinación de los tratamientos dominados y los no dominados. Según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene mayores costos variables y menores o iguales Beneficios Netos al tratamiento con el que se compare.

4.11.2.1 Análisis de Dominancia en el ensayo mineral

Los resultados en el análisis mineral (ver tabla 18) muestra que existe un tratamiento que se comporta como no dominado, este corresponde al tratamiento con aplicación de 75 kg N/ha.

Tabla 18. Análisis de dominancia para los tratamientos minerales en el cultivo del maíz, época de primera 2002

Tratamientos	Total de Costos Variables US\$/ha	Beneficios Netos US\$/ha	Dominancia
Testigo	0	421.75	-
75 kg N/ha	78.35	455.54	ND
150 kg N/ha	133.23	347.04	D

4.11.2.2 Tasa de Retorno Marginal Mineral

Tabla 19. Tasa de retorno marginal para los tratamientos minerales en el cultivo del maíz, época de primera 2002

Tratamientos	C.V. U\$	C.V.M. U\$	B.N. U\$	B.N.M U\$	T.R.M %
Testigo	0	-	421.75	-	-
75 kg N/ha	78.35	78.35	455.54	33.79	43.13

Analizando la tasa de retorno marginal para el tratamiento no dominado en el análisis mineral encontramos que con la aplicación del tratamiento con dosis de 75 kg N/ha se obtiene una tasa de retorno marginal TRM% de 43.13 %. Lo que indica que a la hora de invertir US\$ 1 en el tratamiento, se puede esperar recobrar el mismo dólar y obtener US\$ 0.43 adicionales.

4.11.2.3 Análisis de Dominancia en el ensayo orgánico (gallinaza)

Los resultados en el análisis orgánico (ver tabla 20) muestra que existe un tratamiento que se comportó como no dominado, este corresponde al tratamiento con aplicación de 10 t/ha de gallinaza.

Tabla 20. Análisis de dominancia para las distintas dosis de abono orgánico (gallinaza) en el cultivo del maíz, época de primera 2002

Tratamientos	Total de Costos Variables US\$/ha	Beneficios Netos US\$/ha	Dominancia
Testigo	0	255.13	-
10 t/ha	99.93	376.16	ND
20 t/ha	199.86	303.03	D

4.11.2.4 Tasa de Retorno Marginal Orgánico (gallinaza)

Tabla 21. Tasa de retorno marginal para las distintas dosis de abono orgánico (gallinaza) en el cultivo del maíz, época de primera 2002

Tratamiento	C.V. U\$	C.V.M. U\$	B.N. U\$	B.N.M. U\$	T.R.M %
Testigo	0	-	255.13	-	-
10 t/ha	99.93	99.93	376.16	121.03	121.11

Al realizar el análisis de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados en el análisis orgánico encontramos que al aplicar 10 t/ha de gallinaza se obtiene una TRM de 121.11 %, indicando que a la hora de invertir US\$1 en el tratamiento se puede esperar recobrar el mismo dólar y obtener US\$ 1.21 adicionales respectivamente.

Desde el punto de vista económico, así como ambiental, es importante utilizar los fertilizantes eficientemente, ajustándose a recomendaciones con una base científica, a fin de evitar pérdidas innecesarias. Esto tiene especial validez con altas dosis de aplicaciones de nitrógeno.

Con frecuencia, en algunos experimentos tenemos tratamientos que obtienen altos rendimientos; sin embargo, los rendimientos no son el único y principal factor para recomendar que se adopte este nuevo sistema ya que muchas veces los costos en que se incurren para producir mas, son altos y no son rentables. Por lo tanto es importante hacer un análisis económico de los datos agronómicos obtenidos, que nos apoyen para brindar alternativas que sean más benéficas desde el punto de vista financiero.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en la estación experimental “La Compañía” durante el ciclo de primera del año 2002, se puede concluir:

5.1 Ensayo mineral

- 1) Con la aplicación de 150 kg N/ha se registró a los 61 días después de la siembra el mayor área foliar y diámetro del tallo, número de hileras por mazorcas, diámetro de mazorcas, peso de 100 granos.
- 2) Para las variables altura de planta, número de hojas, altura del último nudo, número de granos por hileras y el rendimiento en kg/ha presentaron los mayores resultados bajo la aplicación de 75 kg N/ha.
- 3) Con la aplicación de 75 kg N/ha se obtuvieron los mayores resultados en cuanto al El tratamiento con dosis de aplicación de 75 kg N/ha resultó ser el más rentable en el ensayo mineral, ya que por cada dólar invertido el productor obtendrá de ganancia US\$ 0.43 respectivamente.

5.2 Ensayo Orgánico

- 1) Con la aplicación de 20 t/ha de gallinaza se obtuvieron los mayores resultados en la altura de planta, área foliar, números de hojas registrados a los 61 días después de siembra, altura del último nudo registrado a los 40 días después de la siembra número de granos por hileras y los mayores rendimientos en kg/ha..
- 2) Bajo la aplicación de 10 t/ha de gallinaza se registró el mayor diámetro del tallo registrados a los 61 días después de siembra, así mismo el número de hileras por mazorcas, diámetro de mazorcas y peso de 100 granos.

- 3) El análisis económico determinó que el tratamiento más rentable en el ensayo orgánico fue el de 10 t/ha de gallinaza, ya que el productor obtiene mayores rendimientos con una relación costos / beneficios menores, generando ganancia de US\$ 1.21 por cada dólar invertido en el tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda continuar este estudio utilizando los mismos tratamientos y dosis, llevándose a cabo en un mismo ensayo experimental para observar el resultado del ensayo mineral y orgánico evaluados entre sí y a la vez determinar el comportamiento del maíz de la variedad NB-S en cuanto a las variables de crecimiento y rendimientos, para así tener una mejor perspectiva de la variedad y la dosis adecuada a recomendar.
- 2) Es necesario fortalecer los conocimientos sobre fertilización orgánica en nuestro país par implementar así nuevas alternativas de producción que no incurra a elevar los costos de producción al productor.
- 3) Realizar análisis de suelos posteriores a la cosecha para evaluar los efectos residuales ejercidos por los abonos orgánicos (gallinaza).
- 4) Se recomienda hacer uso del tratamiento con dosis de 10 t/ha de gallinaza, ya que este presentó los mejores beneficios netos por lo tanto generará mayores ganancias para el productor con menores costos de inversión; además, esta recomendación no solo debe verse por el aspecto económico sino por las características que presenta la gallinaza como abono orgánico de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, D. E. 1985. Crecimiento, Rendimiento y Aprovechamiento de la Energía Solar en maíz y frijol en unicultivo y asociado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 163 pp.
- Alvarado, F. R, y Centeno, A. C. 1994. Efecto de sistemas de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimientos de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 100 pp.
- Anon. 1995. Agricultura orgánica. Madrid, España. 148 pp.
- Arzola, P. N; Fundora H. O; Machado de A., J. 1981. Suelo, planta y Abonado. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 461 pp.
- Benavides, D. y R. Siles. 1990. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), var. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria. Managua, Nicaragua. Tesis ing. Agrónomo. 30 pp.
- Blandón, G. E. J. y Smith, M. A. Z. 2001. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivos del maíz (*Zea mays* L.), var. NB-6. tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33 pp.
- Camacho, G. J. y Bonilla, A. R. 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33pp.
- Centeno, J. D. y Castro, V. L. 1993. Influencia de cultivares antecesores y métodos de control de maleza sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tesis ing. Agr. Managua, Nicaragua. 74 pp.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. México D.F.; México. pp 8-38.
- Contreras, J. A. 1994. Influencia de la rotación de cultivos y control de malezas sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento, el desarrollo y componentes del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 45 pp.

- Cuadra, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 39 pp.
- Domínguez, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 613 p.
- FAO. 1990. Materias orgánicas: fertilizantes. Informe de la consulta de expertos. FAO/SIDA. Roma, Italia. 183 p.
- Fernández de la M., M^a. D. 1998. En Anon. Nutrición mineral y fertilización. Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería. OCEANO/CENTRUM. Barcelona, España. Pp. 73-88.
- Fuentes, J. L. 1994. El suelo y los fertilizantes. Cuarta edición. Mundi- Prensa. Madrid, España. 327 pp.
- García, C. L. 2001. Texto Básico. Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 182 pp.
- Gómez, O. y Minelli, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. pp.76.
- Gordón, R. J.; Franco, L. M.; Gonzáles, A. 1994. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, en rotación con *Cannavalia* y mucuna , bajo dos tipos de labranza. 1993-1994. Río hato Panamá. Vol. 4. pp 106-110.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 206 pp.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Guía tecnológica 4, El cultivo del maíz. Managua, Nicaragua. 22 pp.
- INTA-FAO. 2001. Proyectos Sistemas Integrado de Manejo de la Fertilidad de los suelos, GCP/Nic./025/NOR. Manejo Integrado de los Suelos en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 130 pp.
- INTA-PROMESA. 2002. Catálogo de semillas, híbridos variedades. Proyecto de Mejoramiento de Semilla, PROMESA. pp 4-5.
- Juggenheimer, R. W. 1981. Maíz; variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla. México, DF. Editorial Limusa. 841 p.
- Kass, D.C.L. 1996. Fertilidad de los suelos. Editorial Jorge Núñez Solís. Primera Edición. San José, Costa Rica. 272 pp.

- Lampkin, N. 1998. Agricultura Ecológica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 725 p.
- Larios, R. C. y García, C. M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost , y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays* L), variedad NB-6. Tesis de ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. 92 p.
- Lemcoff, J. M y Loomis, R. S. 1986. Influence on field determination on maize. Crop science. USA. Vol. 26. pp 1017-1022.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2002. Informe anual de producción agropecuaria ciclo agrícola 2001/2002. Dirección de estadística del MAGFOR.
- Manual para la Educación Agropecuaria. 1997. Suelos y fertilización. Editorial Trillas. México. 79 pp.
- Morales, M. J. 1996. Conservación de suelos y agua. Trabajo especial. Tomo I. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp. 265-266.
- Orozco, U. T. 1996. Arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en asociados y monocultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 46 pp.
- Paliwal, R. M. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO, Roma, Italia. 376 pp.
- Pastor, M. 1990. Suelos y Agroquímica. Pueblo y Educación. Playa, ciudad de La Habana. Vol. 1. 224 pp.
- PASOLAC. 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Doc. PASOLAC. Número 241. Serie técnica número 17/99. Nicaragua, El Salvador y Honduras.
- Porta, J.; López, A.; Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. pp. 155-194.
- Restrepo, R. J. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Aportes y recomendaciones. Cali, Colombia. 86pp.
- Rivas, P. S. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad H-503. tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 42 pp.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Editorial limusa. México. 600 pp.
- Salmerón, F. y García, L. 1994. Fertilidad y fertilización de suelos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141 p.

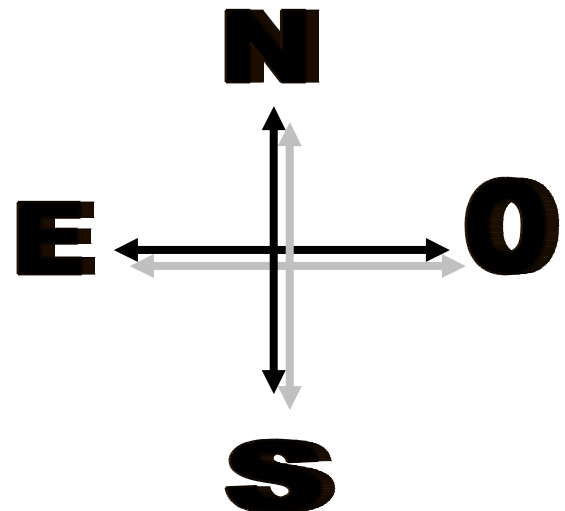
- Saldaña, F. y Calero, M. 1991. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 63 pp.
- Sánchez, A. P. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. San José, Costa Rica. 634 pp.
- Silva, L; Duarte, J. 1998. LADERAS, Centroamericano. Programa para la agricultura sostenible, órgano de divulgación de programa de agricultura sostenible en laderas de América Central. Año 1. Número 3. PASOLAC. El Salvador. pp. 8.
- Simpson, K 1991. Abonos y Estiércoles. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). 273 pp.
- Somarriba, C. 1998. Texto básico de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 197 pp.
- Talavera S., F. T. 1989. Assessment of the impacts of P and N fertilizer on common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in a volcanic soil in pot and field experiments. Uppsala (Suecia). Tesis (Mag-Sc.). Managua, Nicaragua. 81pp.
- Tapia B., H. y Camacho, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Eschon. 188 pp.
- Tisdale, S. y Nelson, W. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Título original: Soil fertility and fertilizants, traducido por Doctor Jorge B. Editorial Hispanoamericano S.A. de C.V México. 744 pp.
- Vázquez, H. V. 1999. Índice de área foliar, acumulación de materia seca y rendimiento de grano de maíz bajo tres condiciones de agua en el suelo. Trabajo de diploma. Cuahuila, México. 53 pp.
- Wild, A. 1992. Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Primera edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 765 pp.
- Yagodín, B. A; Smirnov, P.; Petersburg, K. A. 1986. Agroquímica. Tomo I. Editorial Mir. Moscú, Rusia. 416 pp.
- Zapata, L.A y Orozco, M.H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Revolución 81 en el ciclo de postrera 1989. tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 pp.

ANEEXOS

**DISEÑO DE LOS BLOQUES Y TRATAMIENTOS EN LA ZONA DE ESTUDIO. LA
COMPAÑÍA, EPOCA DE PRIMERA.**

B1	B2	B3	B4
T2	T1	T2	T3
T3	T2	T3	T1
T1	T3	T1	T2
B1	B2	B3	B4
T2	T1	T2	T3
T3	T2	T3	T1
T1	T3	T1	T2

TRATAMIENTO MINERAL
 T1: 150 kg N/ha
 T2: 75 kg N/ha
 T3: 0 kg N/ha



TRATAMIENTO ORGANICO
 T1: 20 t/ha gallinaza
 T2: 10 t/ha gallinaza
 T3: 0 t/ha gallinaza