



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS (GALLINAZA, ESTIÉRCOL VACUNO) Y UN MINERAL SOBRE LA DINÁMICA DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD NB-6

AUTORES

Br. NELLY YESSENIA MORAGA QUEZADA

Br. IVANIA AGUSTINA MEZA RODRÍGUEZ

ASESORES

Ing. ROBERTO CARLOS LARIOS GONZÁLEZ

Ing. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS

TUTOR

Ing. MSc. FRANCISCO SALMERÓN MIRANDA

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2005



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS (GALLINAZA, ESTIÉRCOL VACUNO) Y UN MINERAL SOBRE LA DINÁMICA DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD NB-6

AUTORES

Br. NELLY YESSENIA MORAGA QUEZADA

Br. IVANIA AGUSTINA MEZA RODRÍGUEZ

ASESORES

Ing. ROBERTO CARLOS LARIOS GONZÁLEZ

Ing. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS

TUTOR

Ing. MSc. FRANCISCO SALMERÓN MIRANDA

Presentado a la consideración del honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo Generalista

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2005

DEDICATORIA

Aprendí que no se puede dar marcha atrás, que la esencia de la vida es ir hacia adelante. La vida, en realidad, es una calle de sentido único.

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas propuestas en el lapso de mi vida, que es obtener el título de ingeniero agrónomo.

Dedico en primer lugar a **Dios**, todo poderoso creador del cielo y de la tierra, por haberme dado la sabiduría y constancia necesaria para enfrentar los retos que se presentan en el transcurso de mi vida.

A mis padres: *Pedro Manuel Moraga Mercado* y *Nelly del Socorro Quezada*, quienes han sido el eje fundamental de mi formación e impulsores para alcanzar todas mis metas.

A mis hermanos: *Martha Elizabeth*, *Pedro José*, *Martín Javier*, *Rosmar Antonio*, *William Trinidad* y *José María Moraga Quezada* quienes siempre me han apoyado y me han inspirado para seguir adelante y vencer los obstáculos que se me presentan.

A mis abuelas: *Bertha Mercado Hernández (q.e.p.d)* e *Inés Quezada*.

A mis primas: *Bertha Adilia* y *Martha Elena López Moraga* por brindarme amor y apoyo en todos los momentos de mi vida.

A toda mi familia por ser unida, a todas las personas que han estado siempre conmigo.

Nelly Yessenia Moraga Quezada

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a Dios omnipotente por la fortaleza y sabiduría 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 queridos y adorados padres: *Augusto César Meza Ruiz y Ramona Rodríguez Alonso*, 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 una mujer de bien y por su incondicional apoyo económico que con mucho sacrificio permitieron culminar mi carrera profesional.

A mis adorados hijos: *Hazel Vanessa y Carlos Nahúm Rivera Meza* por ser motivos de inspiración, siendo ellos los pilares fundamentales de mi formación profesional.

A mi esposo *Nahúm Antonio Rivera Valverde* quien siempre me brinda su amor y cariño, apoyándome a cumplir mis metas.

A mis hermanos: *Joel Antonio, César Josué, Enmanuel, Eduardo Inocente Meza Rodríguez y Milton Alexander Meza Zeledón* a quienes quiero mucho pero especialmente a mi hermana *Ruth Marisela Meza Rodríguez* por su apoyo económico y brindarle amor y cariño a mis hijos.

A mis abuelitos maternos *Valerio Rodríguez Martínez y Sara Hernández* por sus sabios consejos.

A toda mi familia por ser tan unida y apoyarme siempre en todos los momentos de la vida.

A la Ing. *Martha Moraga Quezada* por su valioso apoyo incondicional y permitirme ser parte de su familia. De igual manera a la señora *Martha Elena López Moraga*.

Ivania Agustina Meza Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Muchos fueron los obstáculos que tuvimos en nuestro camino, pero siempre existieron personas que nos brindaron su mano para poder continuar y concluir con éxito nuestro trabajo investigativo:

A **DIOS** por darnos la fuerza necesaria para llegar a alcanzar una de nuestras metas.

Al programa Ph.D. UNA-SLU de Suecia por el financiamiento en la ejecución de este trabajo investigativo.

A los asesores y tutor: Ing. *Roberto Larios*, Ing. *Miguel Ríos* e Ing. *Francisco Salmerón*.; *por darnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación la cual nos permitió concluir satisfactoriamente uno de nuestros más grandes anhelos, además por el apoyo y el tiempo empleado en todos los momentos del desarrollo de la investigación.*

Al personal docente y administrativo de la **FAGRO**, por el apoyo brindado a través de los años de nuestra carrera. De manera muy especial al la Dra. *María de Fátima Bolaños O.* por su valiosa colaboración y apoyo durante la culminación de este trabajo.

A nuestros compañeros de clase por habernos brindado su amistad durante el trayecto de nuestro aprendizaje; y de manera muy especial a nuestros amigos: *Marvin Molina, Geovanny Morales, Uvania Palma, Esteban Páiz, Jorge Vallejos, Patricia Torres, Fernando Mendoza, Elvis Solíz, Elvis Suárez, José Esteban Vega, Tabaré Miranda y Ligia Machado* quienes han estado presente de una u otra manera en los momentos más importantes de nuestra vida y los cuales ocupan un lugarcito en nuestros pensamiento donde no los olvidaremos.

Al programa de servicios estudiantiles de la **Universidad Nacional Agraria**, especialmente a la Lic. *Idalia Casco* por permitirnos ingresar al programa de becas y al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (**CENIDA**) de nuestra alma mater por su valiosa colaboración la que fue de mucha importancia para nuestra formación profesional.

La amistad y el deseo de ser mejores cada día sean el motor de alcanzar nuestras metas y anhelos.

A todos ellos nuestro más profundo agradecimiento.

*Nelly Yessenia Moraga Quezada
Ivania Agustina Meza Rodríguez*

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE TABLA	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	3
2.1 Ubicación del experimento	3
2.2 Descripción de la variedad	4
2.3 Diseño experimental	5
2.4 Descripción de los tratamientos	5
2.5 Manejo agronómico	6
2.5.1 Preparación del suelo	6
2.5.2 Siembra	6
2.5.3 Aplicación de fertilizantes	7
2.5.4 Control de plagas	8
2.5.5 Control de malezas	8
2.5.6 Aporque	8
2.5.7 Cosecha	8
2.6 Variables evaluadas	8
2.6.1 Altura de planta (cm)	9
2.6.2 Promedio de hojas por planta	9
2.6.3 Diámetro del tallo (cm)	9
2.6.4 Área foliar	9
2.6.5 Longitud de la mazorca	9
2.6.6 Diámetro de la mazorca	10
2.6.7 Número de hileras por mazorca	10
2.6.8 Número de granos por hilera	10
2.6.9 Número de granos por mazorca	10
2.6.10 Rendimiento (kg ha ⁻¹)	10

2.7	Análisis estadístico	11
2.7.1	Modelo aditivo lineal	11
2.8	Análisis económico	11
III.1.	RESULTADOS Y DISCUSION	14
3.1	Altura de planta (cm)	14
3.2	Promedio de hojas por planta	17
3.3	Diámetro del tallo (cm)	18
3.4	Área foliar (cm ²)	20
3.5	Longitud de la mazorca	21
3.6	Diámetro de la mazorca	22
3.7	Número de hileras por mazorca	22
3.8	Número de granos por hilera	23
3.9	Número de granos por mazorca	23
3.10	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	24
3.11	Análisis económico	27
3.11.1	Análisis de presupuesto parcial	27
3.11.2	Análisis de dominancia	28
3.11.3	Análisis de retorno marginal	29
IV.	CONCLUSIONES	30
V.	RECOMENDACIONES	31
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
VII.	ANEXOS	40

INDICE DE TABLAS

Nº TABLA	CONTENIDO	Pág
TABLA 1	Análisis de suelo de la finca Experimental La Compañía, 2002	4
TABLA 2	Características agronómicas de la variedad NB-6	5
TABLA 3	Descripción de los tratamientos	6
TABLA 4	Características químicas de los abonos orgánicos (gallinaza y estiércol bovino), utilizados en el estudio. La Compañía, Primera 2003	7
TABLA 5	Altura de planta (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	16
TABLA 6	Número de hojas por planta en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	18
TABLA 7	Diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	19
TABLA 8	Área foliar (cm ²) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	21
TABLA 9	Efecto de diferentes dosis de abono orgánico y mineral sobre algunos componentes del rendimiento de grano en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	27
TABLA 10	Resultado del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía 2003	28
TABLA 11	Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Época de primera; La Compañía, 2003	29
TABLA 12	Análisis de retorno marginal. Finca Experimental La Compañía, carazo, 2003	29

INDICE DE ANEXOS

Nº ANEXO	CONTENIDO	Pág
ANEXO 1	Plano de campo	43
ANEXO 2	Aporte de macro nutrientes de los diferentes abonos utilizados en el ensayo	44
ANEXO 3	Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto a la altura de planta (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>). Época de primera; La Compañía, 2003	44
ANEXO 4	Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al número de hojas por planta en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>). Época de primera; La Compañía, 2003	44
ANEXO 5	Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>). Época de primera; La Compañía, 2003	45
ANEXO 6	Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al área foliar (cm ²) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>). Época de primera; La Compañía, 2003	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se estableció en la época de primera (mayo-septiembre), en la finca experimental La Compañía, localizada en la ciudad de San Marcos, departamento de Carazo; sobre un suelo franco limoso derivado de cenizas volcánicas y taxonómicamente clasificado como un Andisol sub grupo Tipic Durandeps. Pertenece a la serie Masatepe y presenta alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio, pero es deficiente en fósforo. Las precipitaciones en esta zona varían entre 1200-1500 mm por año. Este estudio se realizó con el objetivo de estimar el efecto de dos fertilizantes orgánicos y un mineral, así como su rentabilidad económica. Se evaluaron cuatro tratamientos de abono orgánico mediante dosis de aplicación de 10 000 y 5 000 kg ha⁻¹ de gallinaza y estiércol vacuno; dos aplicaciones de fertilizante mineral a razón de 260 y 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 y un testigo. Se utilizó maíz de la variedad NB-6, y fue establecido en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo unifactorial. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS, considerando la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS). El análisis económico se efectuó usando la metodología del CIMMYT, y fue aplicado para estimar la viabilidad económica financiera de los tratamientos. Los resultados indican cambios en las variables (altura, promedio de hojas, área foliar, diámetro del tallo, diámetro de mazorca y rendimiento en kg ha⁻¹) durante la etapa de crecimiento del cultivo. En el caso de los componentes del rendimiento (granos por hileras, longitud, hileras y granos por mazorca), no existió diferencia significativa. El rendimiento expresado en kg ha⁻¹ bajo el tratamiento de fertilización orgánica gallinaza fue el mejor (10 000 kg ha⁻¹); el fertilizante mineral 12-30-10 más urea (260 kg ha⁻¹) mostró similares resultados. El análisis económico, mostró diferencias entre los tratamientos, sin embargo, la dosis de 5 000 kg ha⁻¹ de gallinaza obtuvo la mayor tasa de retorno marginal (14.11). El abonos orgánico gallinaza con dosis de 5 000 kg ha⁻¹, es una alternativa para sustituir a la fertilización sintética.

I. INTRODUCCION

La fertilización constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, pues los cultivos absorben sólo una fracción del fertilizante aplicado que oscila entre el 10 y 60 %, por lo que existe una crisis total de energía con el consecuente aumento en los costos de los fertilizantes inorgánicos, particularmente los nitrogenados; además, han surgido serios problemas de contaminación por el uso excesivo de dichos fertilizantes y se han incrementado áreas degradadas por la destrucción de la fracción orgánica de los suelos (Peña et al., 2001).

En Nicaragua en los últimos 40 años el consumo de fertilizantes de origen sintético (NPK), se ha incrementado para responder a las necesidades de los productos exportables (algodón, hule y caña de azúcar) durante la revolución verde; sin embargo, el uso de estos insumos no ha sido el más adecuado y se han presentado problemas de contaminación ambiental (Salmerón y García, 1994).

El maíz (***Zea mays L.***) ocupa la principal área cultivada en Nicaragua, la producción es realizada por pequeños y medianos productores. Durante el ciclo 2002-2003 se sembraron aproximadamente 326 950 hectáreas, obteniéndose un rendimiento promedio de grano de 1 290 kg ha⁻¹, lo que es considerado muy bajo en comparación con el rendimiento potencial de las variedades, que oscila entre 3 860-4 540 kg ha⁻¹(MAGFOR, 2003). Dentro de los problemas que limitan la baja de estos rendimientos se puede mencionar el mal manejo de la fertilización.

La práctica general sobre la fertilización al suelo se ha concentrado en aplicar fertilizantes sintéticos a base de nitrógeno, fósforo y potasio, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura por siglos (Arredondo, 1996).

La aplicación de residuos orgánicos al suelo es uno de los factores más importantes que influyen sobre el nivel de materia orgánica del mismo. Así mismo, la mineralización de estos residuos representa un punto clave para regular la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo. El valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes sintéticos (Castellanos, 1980).

Además estos abonos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero et al., 2000).

Los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Castellanos, 1982). Estos pueden llegar a tener importancia en el incremento de los rendimientos de los cultivos y para demostrarlo se hace necesario llevar a cabo investigaciones con diferentes productos orgánicos bajo distintos niveles de aplicación para valorar su incidencia en cuanto al comportamiento de las producciones y disminuir las aplicaciones de fertilizantes minerales (Morales, 1996).

Por lo antes mencionado se realizó un estudio comparativo utilizando diferentes dosis de fertilizante mineral y abonos orgánicos tales como estiércoles de gallina y bovino, planteando así los siguientes objetivos.

- Establecer el efecto de las dosis de fertilizantes orgánicos y mineral sobre la dinámica de crecimiento del cultivo.
- Conocer el efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral sobre algunos componentes del rendimiento de grano en la variedad de maíz NB-6.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del Experimento

El estudio se llevó a cabo de mayo a septiembre del 2003 (época de primera), en la finca experimental La Compañía, ubicada en el kilómetro 45 de la carretera Masatepe–San Marcos, en el departamento de Carazo, situada a 450 msnm, a 11°54'30" de latitud norte y 86°10'50" de longitud oeste. La temperatura promedio anual es de 24 °C, con una precipitación de 1200-1500 mm anuales y una humedad relativa del 85%. Este lugar se ubica en la zona de vida Bosque Tropical Pre-Montano Húmedo (MAG, 1971). El climograma correspondiente al periodo del ensayo se presenta en la figura 1.

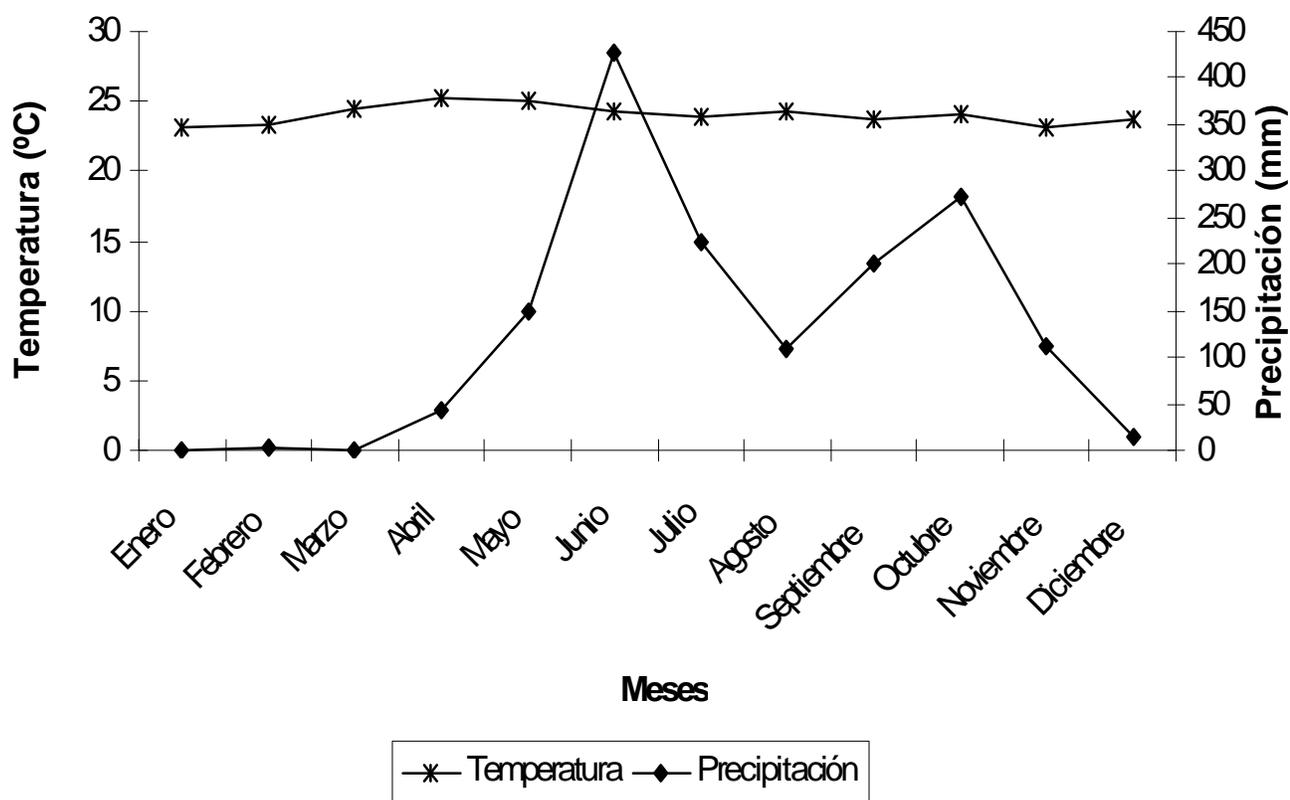


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas de la zona en estudio

Fuente: Centro Experimental del café Jardín Botánico; Masatepe, Masaya (2003).

El suelo está catalogado como franco limoso, derivado de cenizas volcánicas y pertenece a la serie Masatepe (Msa), siendo clasificado como Typic Durandepts, según el sistema de la Soil Taxonomy (MAG, 1971) y Andosol Molico, según el sistema de la FAO/UNESCO (Ottobong et al., 1991). Son suelos moderadamente profundos a profundos, bien drenados, con pH medianamente ácido a neutro derivado de cenizas volcánicas, pendientes casi planas a moderadamente escarpadas, permeabilidad y capacidad de humedad disponible moderada, zona radicular moderadamente profundo (MAG, 1971) y baja densidad aparente, 1 g/cm^3 según Talavera (1990), los que desde hace varios años están siendo cultivados con maíz y frijol principalmente.

Estos suelos poseen un alto contenido de materia orgánica y están bien provistos con bases (MAG, 1971), tienen alto contenido de carbono que está de acuerdo con lo reportado por Swindale (1969) y Munevar y Wollerum (1977) en suelos volcánicos de América Latina. No obstante, diversos autores han obtenido respuesta a la fertilización nitrogenada en estos suelos (Bustamante, 1990; Salgado, 1990), y la capacidad de fijación de fósforo se ha calculado en 85%, según Izquierdo y Talavera (1988).

Tabla 1. Análisis de suelo de la Finca Experimental La Compañía, 2002

	pH	M.O	N %	P ppm	K meq/100 g	DA 1g/cm^3	Profundidad de muestreo (cm)
Rango	6.48	11.065	0.524	3.9	1.504	1g/cm³	20
		Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2002)

2.2 Descripción de la variedad

El experimento se estableció utilizando el cultivo de maíz variedad Nicaragua Blanco-6, con tolerancia al achaparramiento. Esta variedad de semilla mejorada es de polinización libre, conocida comercialmente como NB-6, la cual fue generada por el Programa Nacional del Maíz, predecesor del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), con la finalidad de incrementar la productividad del grano y mejorar las condiciones de vida de los agricultores.

Tabla 2. Características agronómicas de la variedad NB-6

Tipo de variedad	Sintética
Días a flor femenina	56-58
Altura de la planta	230 – 240 cm.
Altura de la mazorca	110 – 120 cm.
Forma de la mazorca	Cónica
Textura del grano	Semi dentado
Color del grano	Blanco
Días a cosecha	110 – 115
Madurez relativa	Intermedia
Cobertura de la mazorca	Buena
Reacción al achaparramiento	Tolerante
Rendimiento	60 a 70 qq/mz
Épocas de siembra	Primera y Postrerón

Fuente: INTA & PROMESA (2002)

2.3 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo unifactorial en diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones. La dimensión total del ensayo es de 1,032 m² (43m X 24m), el área de cada unidad experimental es de 20 m², 9.6 m² para la parcela útil y 258 m² para cada bloque. La distancia entre los bloques fue de 2 metros y entre cada parcela de 1 metro (Anexo 1).

2.4 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron aplicaciones de dos dosis de abono orgánico. Los abonos orgánicos empleados fueron gallinaza y estiércol vacuno, siendo las dosis utilizadas 5,000 y 10,000 kg ha⁻¹ para ambos y el resto de tratamientos consistió en la aplicación de un testigo relativo (12-30-10 más urea al 46%) y un testigo absoluto el que no recibió aplicación alguna (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Clave	Cantidad	Nivel cualitativo	Fertilizante
T ₁	GA	10 000 kg ha ⁻¹	Alto	Gallinaza
T ₂	GB	5 000 kg ha ⁻¹	Bajo	Gallinaza
T ₃	EA	10 000 kg ha ⁻¹	Alto	Estiércol vacuno
T ₄	EB	5 000 kg ha ⁻¹	Bajo	Estiércol vacuno
T ₅	MA	260 kg ha ⁻¹	Alto	12-30-10 + Urea
T ₆	MB	130 kg ha ⁻¹	Bajo	12-30-10 + Urea
T ₇	T	0	-	Testigo

2.5 Manejo agronómico

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual manera para todas las unidades experimentales de tal forma que la única diferencia entre parcelas fueron los diferentes tratamientos evaluados.

2.5.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se llevó a cabo de forma mecanizada, mediante el método de labranza convencional, esta consistió en la limpia del terreno, posteriormente un pase de arado y dos pases de gradas, estas actividades se llevaron a cabo en las fechas comprendidas del 24 de Abril al 5 de Mayo del 2003.

2.5.2 Siembra

El surcado y siembra se efectuó el 5 de junio del 2003 (época de primera), utilizando un rayador con una distancia de 0.8 m entre surcos. Esta labor se realizó de forma manual colocando dos semillas al fondo del surco con distanciamiento de 0.2 m entre planta, para una densidad poblacional teórica de 62,500 plantas por hectárea.

Se utilizó semilla mejorada de la variedad NB-6 (Nicaragua Blanco 6), correspondiente a una variedad intermedia con las características mostradas en la Tabla 2.

2.5.3 Aplicación de fertilizantes

La fertilización consistió en la incorporación de los abonos orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) en las respectivas parcelas experimentales al momento de la siembra a razón de 10,000 y 5,000 kg ha⁻¹. Estas dosis se seleccionaron a partir de estudios similares llevados a cabo en la misma finca experimental, cuyas dosis (entre 4 000 y 7 000 kg ha⁻¹) utilizadas fueron determinadas de acuerdo a la necesidad del cultivo, tomando en cuenta los elementos nutricionales contenidos en el suelo y en los abonos orgánicos (Tabla 1 y 4).

Además son el resultado de la evaluación de diferentes niveles de aplicación que comprenden dosis de 5 000, 10 000, 15 000 y 20 000 kg ha⁻¹, con el propósito de comparar la mejor dosis para el empleo de abonos orgánicos y así estipular una dosis específica que sea de gran utilidad para los productores.

La aplicación de fertilizante completo (NPK), fórmula 12-30-10, en dosis de 260 kg ha⁻¹ (31.2 kg ha⁻¹ N, 78 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 26 kg ha⁻¹ K₂O) y 130 kg ha⁻¹ (15.6 N, 39 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 13 kg ha⁻¹ K₂O) se aplicó al mismo tiempo que los abonos orgánicos. Se realizó una segunda aplicación de fertilizante nitrogenado (urea 46%) a razón de 97 y 194 kg ha⁻¹ a los 28 días después de la siembra. Las dosis de fertilizante mineral utilizadas en el estudio son el resultado de las dosis recomendadas por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 1999).

Antes de establecer el ensayo se le efectuó un análisis químico a los abonos orgánicos utilizados en el estudio, los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Características químicas de los abonos orgánicos (gallinaza y estiércol), utilizados en el estudio realizado en la Finca Experimental La Compañía, primera 2003

Fertilizante	Características químicas									
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	C/N
	%			Ppm						%
Gallinaza	1.62	2.15	0.24	0.45	0.25	250	625	375	1750	3.20
Estiércol bovino	1.95	0.85	1.04	-	-	-	-	-	-	32.70

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2002)

2.5.4 Control de plagas

Se realizó manejo fitosanitario durante el periodo crítico del cultivo, controlando **Spodoptera frugiperda J. E. Smith** (gusano cogollero), con aplicaciones de volaton granulado, a razón de 3.4 kg ha⁻¹.

2.5.5 Control de malezas

Esta se realizó en dos momentos durante el ciclo vegetativo del cultivo, el primero a los 25 días después de la siembra y el segundo a los 45 días después de la siembra, esta labor se hizo manualmente usando azadón.

2.5.6 Aporque

Esta actividad se llevó acabo al mismo tiempo que se realizó el primer control de malezas a los 25 días después de la siembra.

2.5.7 Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual a los 115 días después de la siembra, al completar el ciclo del cultivo, se cosecharon los tres surcos dentro de la parcela útil (9.6 m²). Esta actividad se realizó el 27 de septiembre del 2003 al igual que el destuce y desgrane.

2.6 Variables evaluadas

Las variables medidas se pueden clasificar en cuantitativas y se realizaron en dos etapas del cultivo, se seleccionaron 10 plantas al azar por cada parcela útil, para evaluar las siguientes variables.

2.6.1 Altura de planta (cm)

Para evaluar la variable altura de planta, se seleccionaron 10 plantas al azar por cada parcela útil, basándose en la longitud del tallo, midiendo desde la superficie del suelo hasta la lígula superior mediante el uso de una cinta métrica, esta se evaluó desde los 28, hasta los 63 días después de la siembra (dds) con intervalos de 7 días.

2.6.2 Promedio de hojas por planta

El conteo del número de hojas por planta se efectuó en varios momentos durante el ciclo del cultivo. Se contaron todas las hojas formadas completamente, estas se evaluaron al mismo tiempo que la altura de planta.

2.6.3 Diámetro del tallo (cm)

Este dato se registró en la parte media del segundo entrenudo, mediante el uso de un vernier.

2.6.4 Área foliar

La evaluación se realizó en diferentes etapas durante el ciclo del cultivo tomando las 10 plantas seleccionadas dentro de la parcela útil utilizando la cinta métrica y midiendo el largo y ancho de la hoja, lo que nos da el resultado del área foliar expresada en cm^2 después de multiplicarlo por el factor de corrección estimado en 0.75. Se evaluó la hoja de la parte media de la planta, los datos se tomaron al momento de la floración.

2.6.5 Longitud de la mazorca (cm)

Se midió la longitud de cada una de las mazorcas seleccionadas al azar.

2.6.6 Diámetro de la mazorca (cm)

Una vez realizada la cosecha se prosiguió a determinar el diámetro de la mazorca, llevándose a cabo mediante la selección de 10 mazorcas al azar dentro de la parcela útil de cada tratamiento. Esta variable fue medida usando un vernier.

2.6.7 Número de hileras por mazorca

A las 10 mazorcas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil en cada uno de los tratamientos evaluados, se contabilizó el número de hileras por mazorca.

2.6.8 Número de granos por hilera

De las 10 mazorcas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil se les efectuó el conteo de granos por hilera de cada mazorca.

2.6.9 Número de granos por mazorca

A cada mazorca de las diez seleccionadas se les contabilizó el número de granos totales

2.6.10 Rendimiento (kg ha⁻¹)

Una vez cosechado, se procedió a determinar el peso de los granos, ajustándose al 14% de humedad. Esta variable se realizó de acuerdo a la ecuación propuesta por Gómez y Minelli (1990).

$$\mathbf{Pf (100 - Hf) = Pi (100 - Hi)}$$

Donde:

Pf: Peso final

Hf: % Humedad a la que se desea ajustar el rendimiento (14%)

Pi: Peso inicial de campo (kg ha⁻¹)

Hi: % Humedad inicial en el grano

2.7 Análisis estadístico

Cada una de las variables estudiadas se sometió a un análisis de varianza y separación de medias utilizando la prueba de comparaciones específicas de diferencias mínimas significativas (**DMS**). El análisis de los datos se efectuó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis system, 1990)

2.7.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = j - ésima observación del i - ésimo tratamiento

μ = Es la media poblacional

t_i = Efecto de i - ésimo tratamiento

β_j = Efecto del J - ésimo bloque

e_{ij} = Efecto aleatorio de variación

Una vez realizado el análisis de varianza (ANDEVA) y de acuerdo con Pedroza (1993), de encontrar significativa la prueba de F para los tratamientos, se procederá a comparar las medias de las variables, obtenidas en los distintos tratamientos, basándose en los procedimientos de las diferencias mínimas significativas (DMS).

2.8 Análisis económico

Con el fin de establecer y comparar los costos de producción y el beneficio económico de los tratamientos a evaluar en este ensayo, se realizó un análisis de presupuesto parcial según el método propuesto por el Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT, 1988), haciendo análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y cálculo de la tasa de retorno marginal.

Según CIMMYT (1988), el paso inicial para realizar un análisis económico de ensayos en campo es calcular todos los costos que varían para cada uno de los tratamientos; es decir que hay que calcular los costos relacionados con los insumos, mano obra y preparación del suelo.

Los costos variables totales en el estudio se determinaron con relación al costo de los fertilizantes más los costos de aplicación. Los rendimientos obtenidos fueron reducidos en un 10% a fin de reflejar las diferencias entre el rendimiento experimental y el que el productor podría lograr utilizando la misma tecnología.

El rendimiento ajustado fue multiplicado por el precio del producto (U\$ 0.208/kg) a una tasa de cambio de 15.85 córdobas por unidad. El beneficio bruto se obtuvo de la resta del rendimiento ajustado menos el precio del producto. En cuanto al beneficio neto obtenido fue el resultado del beneficio bruto menos los costos variables para cada tratamiento (Tabla 10).

La metodología que se utilizó para efectuar el análisis económico considera los siguientes parámetros:

Costos fijos: Incluyen costos de preparación del terreno (limpia, arado, gradeo y surcado), todos los costos comunes para los tratamientos.

Costos variables: Costos de la enmienda de suelo, transporte y aplicación.

Costos totales que varían: Es la sumatoria de los costos variables.

Rendimiento: Expresado en kg ha^{-1} .

Beneficio bruto: Obtenido a través de la multiplicación del rendimiento por el precio del producto al momento de la cosecha.

Beneficio neto: Es igual al beneficio bruto menos los costos totales de producción.

Dominancia: Se efectúa, primero ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Tasa de retorno marginal: Es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura media mensual se mantuvo superior a los 23 °C e inferior a los 26 °C, si se tiene en cuenta que la temperatura del suelo para la germinación debe ser de 26-30 °C; en la fase reproductiva se requiere una temperatura ambiental promedio de 18.5-27.5 °C y en la fase de llenado de grano la temperatura media debe ser 24.8 °C (Fisher y Palmer, 1984). Se puede decir que el cultivo se desarrolló dentro de los índices de temperatura favorables a su crecimiento y desarrollo.

Con respecto a las precipitaciones presentadas en la zona durante todo el ciclo del cultivo, fue de 907.8 mm; la cual fue favorable para suplir las necesidades hídricas de la planta la que requiere para su óptimo desarrollo entre 450-900 mm durante su crecimiento (Somarriba, 1998).

A continuación se analizan los resultados del análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) entre los diferentes índices del crecimiento y rendimiento evaluados durante el ciclo del cultivo (días).

3.1 Altura de planta (cm)

La altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano (Somarriba, 1998).

También es una característica varietal y ambiental resultado del número de nudos y longitud de los entrenudos (Reyes, 1992). Además se puede ver afectada por la acción conjunta de los cuatro factores determinantes del crecimiento: luz, calor, humedad y nutrientes.

El análisis estadístico (ANDEVA) realizado a la variable altura de planta en siete fechas y durante la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo, demuestra con un 95% de confianza que existe efecto de los tratamientos, es decir, que al menos un par de ellos (dosis de fertilizantes), muestran diferencias reales en cuanto a la capacidad de generar mayor altura en la planta.

De acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas, realizada con un $\alpha = 0.05$, los tratamientos evaluados se agrupan de la siguiente manera.

La altura de planta es uno de los parámetros más importantes en la evaluación, cuyos resultados de la prueba de "DMS" evaluados a los 28, 35 y 63 días después de efectuada la siembra, pueden separarse en seis categorías estadísticas diferentes, en cuanto a la altura de planta. Se observa que la dosis alta del fertilizante mineral presenta la mayor altura (23.77 y 39.91 cm) durante las primeras evaluaciones. Sin embargo, se puede ver que a los 63 dds las dosis altas de los fertilizantes mineral y gallinaza presentan la mayor altura de planta con 206 y 202.50 cm respectivamente (Tabla 6).

Estas diferencias entre tratamiento coinciden con las encontradas por Cantarero y Martínez (2002) quienes obtuvieron los mayores resultados con la aplicación alta del fertilizante sintético. Este resultado probablemente obedezca al hecho de que los fertilizantes químicos por su mayor grado de solubilidad están disponibles en mayores cantidades en la etapa temprana del cultivo (Cisne y Laguna, 2004).

Por otra parte, los estiércoles son una fuente importante de nutrientes para los cultivos (Maraikar y Amarasiri, 1989). La gallinaza se destaca, en comparación con otros estiércoles, por el contenido de N, P, K; según Cooke (1975) y Giardini et al. (1992), la gallinaza aplicada en altas dosis, tiene propiedades intermedias con respecto a los fertilizantes inorgánicos y el estiércol de bovino, asegurándose un apreciable efecto residual.

A los 49 días después de haberse efectuado la siembra la prueba de DMS agrupa al conjunto de tratamientos evaluados en seis categorías estadísticas diferentes, pudiéndose observar que las dosis altas de gallinaza y 12-30-10 mas urea 46% continúan obteniendo los mayores valores.

A partir de los 42 y 56 días después de la siembra la prueba de DMS agrupa a los tratamientos en cinco categorías estadísticas, siendo estadísticamente iguales las aplicaciones altas de gallinaza y 12-30-10 más urea 46%, presentando los mayores valores de altura (74.58 y 171.35 cm) la aplicación de gallinaza. Algunos estudios indican que no es la cantidad de nutrientes en el suelo la que determina su productividad, si no la capacidad del suelo para renovar la existencia de nutrientes una vez que han sido removidos de la solución del suelo (Arzola et al., 1986). Sin embargo, el comportamiento de la dosis alta de fertilizante mineral se debió principalmente a una segunda aplicación del fertilizante en los tratamientos, efectuada a los 28 dds. De tal forma que los nutrientes contenidos en el fertilizante mineral son disueltos inmediatamente por la solución del suelo pasando a las raíces de la planta (Arzola, 1984).

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Arnesto y Benavides (2003); Larios y García (1999), quienes obtuvieron los mayores valores para esta variable con la aplicación de 20 000, 15 000 y 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza.

Tabla 5. Altura de planta (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	Días después de la siembra					
	28 dds	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds	63 dds
GA	22.56	39.01	74.58	101.33	171.35	202.50
GB	21.22	35.23	65.44	91.13	156.98	192.10
EA	21.03	35.80	67.51	97.25	164.95	199
EB	19.02	29.55	52.30	75.45	135.75	179.13
MA	23.77	39.91	72.02	101.50	169.58	206
MB	20.81	33.53	61.10	86.65	141.08	182.25
T	16.28	26.14	43.59	57.56	114.10	156.81
C.V	4.19	6.13	7.12	6.53	6.22	4.01
P>F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
DMS	2.02	4.89	10.37	13.32	21.88	17.66

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.2 Promedio de hojas por planta

Las hojas varían en cuanto a tamaño, color y pilosidad. Esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

El número de hojas por planta en el cultivo del maíz es muy variable, encontrándose en plantas desde 8 hasta alrededor de 21. El número más frecuente de hojas es de 12 a 18, con un promedio de 14. Este número de hojas obviamente depende del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja (Robles, 1990), además está determinado por factores genéticos, sin embargo, el número de hojas podría ser influenciado por la falta de nutrimento.

A medida que la planta crece se pueden perder de 3 a 5 hojas debido a causas como: falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de acumulación de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998).

El análisis de varianza para la variable promedio de hojas por planta a los 28 días después de la siembra mostró que existen diferencias mínimas significativas entre los tratamientos, observándose que las dosis altas de los fertilizantes utilizados en el experimento son estadísticamente iguales a las dosis bajas de los mismos a excepción del T₇. El mayor promedio de hojas por planta (9.35 hojas) lo obtuvo el T₅.

Por otra parte las observaciones realizadas a esta variable a partir de los 35 hasta los 63 días después de la siembra indican diferencias significativas, encontrando tres categorías estadísticas diferentes, siendo las dosis altas de los tres fertilizantes evaluados los que mayor efecto mostraron en el promedio de hojas encontradas por planta. En la Tabla 6 se puede observar que los mayores valores obtenidos en esa fecha se encuentran entre 9.60 hasta 13.75, tanto para el T₁ como para el T₅, logrando el T₃ a los 56 dds el mayor valor numérico. Este resultado se puede atribuir a que las altas dosis de fertilizantes minerales y orgánicos contribuyeron a que hubiese un

incremento en el número de hojas, conllevando a que existan diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que las plantas extraen los nutrientes del suelo cuando se encuentran disponibles.

Estos resultados concuerdan con estudios similares realizados por Arnesto y Benavides (2003) los cuales encontraron diferencias a los 40 dds, siendo la aplicación de 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza la que obtuvo el mayor número de hojas.

Tabla 6. Promedio de hojas por planta en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	Días después de la siembra					
	28 dds	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds	63 dds
GA	9.08	9.53	11.60	11.90	13.05	13.75
GB	8.93	9.23	11.28	11.43	12.53	13.18
EA	8.90	9.08	11.20	11.60	13.38	13.70
EB	8.25	8.88	10.68	11.58	12.53	12.98
MA	9.35	9.60	11.50	12	13.05	13.73
MB	9.20	9.50	11.48	11.40	12.43	13.13
T	8.13	8.70	10.08	10.48	11.65	12.53
C.V	3.13	3.72	4.16	4.10	5.21	3.8
P>F	0.0001	0.0089	0.0018	0.0060	0.0345	0.0031
DMS	0.65	0.80	1.08	1.10	1.54	0.96

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.3 Diámetro del tallo (cm)

La aplicación de nitrógeno es uno de los factores más importantes que inciden en el diámetro de las plantas. Robles (1978). Según Arzola et al., (1981), citado por Malta y Meza (1990) y Cuadra (1988), afirman que el diámetro del tallo es influenciado por altas dosis de nitrógeno y que influyen positivamente en esta variable de crecimiento del cultivo. El maíz es un cultivo que se ve afectado frecuentemente por fuertes vientos que provocan el doblamiento de los tallos (acame), por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir este efecto (Alvarado y Centeno, 1994).

De acuerdo al ANDEVA realizado a esta variable en diferentes momentos del crecimiento y desarrollo del cultivo, demuestra en un 95% de confianza que los tratamientos evaluados de los

35 hasta los 49 días después de la siembra mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

La prueba diferencias mínimas significativas separa en tres categorías diferentes a los factores (dosis de fertilizante); siendo la aplicación de 10 000 kg ha⁻¹ de estiércol vacuno, el que mayor efecto tuvo para esta variable de crecimiento. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cantarero y Martínez (2002), quienes obtuvieron el mayor diámetro del tallo a los 51 dds con la aplicación de 2 303.59 kg ha⁻¹ de estiércol vacuno. Cabe señalar que este estudio se llevó a cabo en la misma finca experimental, utilizando dosis diferentes a las usadas en nuestro estudio. Esto se debió a que en este momento el fertilizante mineral ya fue absorbido en su mayoría y como el estiércol vacuno es un fertilizante de mineralización lenta, siempre le suministra nutrientes de forma paulatina a la planta.

El ANDEVA efectuado a los 56 días después de la siembra muestra significancia entre los tratamientos, agrupando la DMS en tres categorías estadísticas diferentes. Logrando obtener los mayores resultados en esta fecha la aplicación de 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza. Estos resultados coinciden con los presentados por Larios & García (1999), quienes encontraron que la mejor dosis para obtener el mayor diámetro del tallo era aplicando las dosis de 15 000 y 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza. Cabe señalar que este estudio se llevó a cabo en la misma Finca experimental.

Tabla 7. Diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	Días después de la siembra			
	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds
GA	2.38	2.38	2.38	2.41
GB	2.38	2.38	2.38	2.40
EA	2.40	2.45	2.45	2.40
EB	2.25	2.27	2.28	2.30
MA	2.40	2.40	2.43	2.40
MB	2.25	2.24	2.25	2.25
T	2	2.04	2.03	2.06
C.V	5.73	5.29	5.25	5.55
P>F	0.0041	0.0032	0.0017	0.0106
DMS	0.30	0.29	0.28	0.30

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.4 Área foliar (cm²)

El área foliar es una manifestación cuantitativa de las plantas que puede ser medido a través de cierto parámetros tales como: Ancho de la hoja, 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 luz y temperatura (Tapia & Camacho, 1988).

Es un parámetro de gran importancia en la evaluación del crecimiento de las plantas, de allí que la determinación adecuada sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos y desarrollo del cultivo (Vázquez, 1999).

El análisis de varianza para la variable área foliar indica diferencias significativas entre tratamientos en el muestreo realizado a los 56 y 63 días después de la siembra ($P < 0.05$). Según la prueba de DMS, se aprecian diferencias significativas entre las dosis alta y baja de los fertilizantes sintéticos y los restantes, lográndose la mayor área foliar con la dosis alta de 12-30-10 mas urea 46% a los 56 dds; a excepción de la dosis de estiércol vacuno que también ejerce un efecto similar al de los tratamientos sintéticos a los 63 dds.

Mientras tanto a los 77 días después de la siembra no existen diferencias significantes entre los tratamientos, logrando así los mayores valores para esta variable las dosis baja de fertilizante mineral y gallinaza; lo cual indica que las altas dosis de fertilizante no contribuyen a elevar las respuestas fisiológicas de la planta.

Tabla 8. Área foliar (cm²) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	Días después de la siembra		
	56 dds	63 dds	77 dds
GA	711.4	676.3	698.2
GB	719.4	675.2	721.1
EA	718.4	707.8	709.9
EB	663.8	645.8	685.8
MA	730.8	709.0	716.8
MB	738.2	688.5	733.3
T	617.0	588.1	660.6
C.V	5.90	6.68	5.12
P>F	0.045	0.0171	0.1458
DMS	96.5	104.6	NS

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.5 Longitud de mazorca (cm)

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del cultivo del maíz. Es una variable de mucha importancia debido a que tiene una relación directa en la obtención de máximos rendimientos, así a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hilera y por consiguiente mayores rendimientos (Centeno & Castro, 1993).

Esta variable está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de mazorca dependerá de la humedad del suelo, nitrógeno y la radiación solar (Adetiloye, 1984).

En el estudio realizado no se encontraron diferencias significativas para esta variable. Sin embargo, es notorio apreciar que los mayores valores numéricos los presentó la dosis baja de gallinaza, seguido por la dosis alta de este mismo abono. Esto concuerda con lo afirmado por Betanco (1988), que la longitud de la mazorca esta influenciada por las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes principalmente nitrógeno.

3.6 Diámetro de mazorca (cm)

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

El diámetro de la mazorca forma parte de la fase reproductiva en la que se requiere de actividad fotosintética y de 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 (Contreras, 1994) lo que al final repercutirá en bajos rendimientos (Rivas, 1993).

El análisis estadístico encontró diferencias significativas para la variable diámetro de mazorca, resultando las aplicaciones baja de gallinaza y la alta de estiércol vacuno con los mayores diámetros respectivamente en comparación con el resto de tratamientos (Tabla 9).

3.7 Número de hileras por mazorca

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

El análisis estadístico realizado a los tratamientos en estudio para la variable número de hileras por mazorca no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, comportándose así como una sola categoría estadística (Tabla 9). Esto concuerda con estudios realizados por Celiz & Duarte (1996), Orozco (1996), Espinosa (1999), Larios & García (1999), Cantarero & Martínez (2002) y Arnesto & Benavidez (2003), los cuales no encontraron diferencia significativas entre los tratamientos al evaluar el número de hileras por mazorca.

3.8 Número de granos por hileras

El número y tamaño de los granos contribuyen en el rendimiento de grano. El número de granos está determinado por la longitud y el número de hileras por mazorca (Jugenheimer, 1981).

El número de granos por hilera 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 hilera (Blandón & Smith, 2001).

Los tratamientos en estudio no presentaron diferencias significativas según la prueba DMS, la aplicación alta de estiércol bovino ($10\ 000\ \text{kg ha}^{-1}$) presentó el mayor número de granos por hilera (30.36), seguido por la aplicación baja de gallinaza (30.18) y el menor número de granos por hilera se obtuvo con el testigo absoluto (26.01), (Tabla 9). Estos resultados coinciden con lo reafirmado por Lemcoff & Loomis (1986), de que en maíz el número de granos está fuertemente influenciado por el suministro adecuado de nitrógeno. Jugenheimer, (1981) determinó que el número de granos por hilera está relacionado con la longitud y el número de hileras por mazorca.

3.9 Número de granos por mazorca

Reyes (1990), considera que las hojas superiores y las del medio son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de grano.

El número de granos por mazorca aumenta, al mantener libre al cultivo de malezas, ya que facilita la polinización, conllevando con esto un mayor número de granos por hilera, así mismo, esta variable está fuertemente influenciada por el suministro de nitrógeno al suelo y esta determinada por la longitud y el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera (Acuña y Castro, 2001).

El número y tamaño de los granos contribuyen en el rendimiento de grano. El número de granos esta determinado por la longitud y el número de hileras por mazorca (Jugenheimer, 1981).

Se puede apreciar en la Tabla 9 que los diferentes tratamientos evaluados no presentan diferencias mínimas significativas según la DMS para la variable granos por mazorca. Los mayores valores corresponden a la dosis baja de gallinaza con un promedio de 424.58 granos por mazorca, seguido de la dosis alta de estiércol bovino con un promedio de 420.64 y finalmente el testigo absoluto con promedio de 353.5 granos por mazorca. El comportamiento a lo largo del desarrollo de la planta indica la translocación de nutrientes desde el tallo hacia la mazorca.

3.10 Rendimiento (kg ha^{-1})

El rendimiento determina la eficacia con que las plantas hacen uso de los recursos que existen en el medio, unido también al potencial genético que éstas tengan (Tapia y Camacho, 1988). Así, Campton (1985), afirma que el rendimiento del grano es influenciado por factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre si para luego expresarse en producción por hectárea.

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 (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 e incluso con la variedad, de acuerdo al potencial genético de estos; en el maíz su influencia la ejerce favoreciendo el ahijamiento, el número de granos por mazorca y el elevado peso y tamaño de los granos. Todos 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 de varianza y la prueba de DMS, muestra categorías estadísticas bien definidas. El mayor rendimiento fue para la aplicación de 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza, con 5 539.2 kg ha⁻¹; no así, difiriendo estadísticamente con el fertilizante completo a razón de 260 kg ha⁻¹ mas urea 46%, el que tuvo 5,303.4 kg ha⁻¹. Siguiendo la dosis baja de gallinaza, con 4 983.3 kg ha⁻¹. El tratamiento testigo absoluto, obtuvo el rendimiento más bajo con 3 446.2 kg ha⁻¹. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Larios y García (1999), los cuales obtuvieron 4 447.20 kg ha⁻¹, haciendo uso de la misma dosis al igual que Arnesto y Benavides (2003), quienes obtuvieron 4 300.76 kg ha⁻¹, utilizando la misma dosis antes mencionada, en cambio Cantarero y Martínez (2002), obtuvieron los mayores rendimientos (5 848.86 kg ha⁻¹) con la dosis de 2 772.84 kg ha⁻¹ de gallinaza.

Esto coincide parcialmente con Romero (1989), quien encontró que para maíz las dosis variaron de 30 a 50 t ha⁻¹ para estiércol bovino, y de 5 a 8 t ha⁻¹ para gallinaza. Además, Pratt et al. (1973) y Magdoff (1978) mencionaron que la dosis de aplicación de estiércoles y composta depende del tipo de suelo, del cultivo y de las características del abono

Los tratamientos de mayor rendimiento (T₁ y T₅), son a su vez los que tienen mayores índices de crecimiento. Los tratamientos (T₄ y T₇), muestran un comportamiento opuesto. El tratamiento T₅, obtuvo los mayores valores de área foliar a los 56 dds, mientras que (T₄ y T₇), los más bajos, al igual que los rendimientos. En los resultados obtenidos, la diferencia estadísticas entre la fertilización orgánica y la mineral puede verse desde el punto de vista nutricional, donde los fertilizantes orgánicos superan a los minerales en la diversidad de elementos esenciales. El fertilizante mineral utilizado solo contenía N, P, K; mientras que los orgánicos contenían estos mismos más otros elementos requeridos por el cultivo en menores cantidades, pero de vital importancia para el buen desarrollo y crecimiento de la planta, lo cual se expresa con los resultados obtenidos en el rendimiento (Tabla 4 y anexo 2).

Una razón por la cual se presenta el mayor rendimiento con la aplicación del tratamiento basado en gallinaza, es debido al alto contenido de macro y micro nutrientes que esta presenta, los cuales

tienen gran influencia en el funcionamiento de la planta, lo que se expresa como rendimiento total. Además los abonos orgánicos suministran los nutrientes de forma lenta, pero efectiva, a través de su mineralización paulatina en el ciclo del cultivo.

Las diferencias reflejadas indican que el uso de dosis optima de nitrógeno tiende a incrementar los rendimientos, mientras que dosis excesivas de este nutriente tienden a generar un desequilibrio en la planta y por ende un deterioro en la calidad del producto, disminuyendo así 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.

Los resultados anteriores también muestran que los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización mineral. Esto se debe a que los abonos orgánicos abastecen al suelo de nutrimentos como el nitrógeno y los demás elementos esenciales que estos contienen. Esto coincide con lo señalado por castellanos et al (1996) y Barber et al (1992), quienes reportaron que los estiércoles se mineralizan en 70% a partir del primer año de aplicación y mantienen un efecto residual en el suelo hasta por dos años, transformándose el restante en humus, que se incorporará al suelo y produce un efecto benéfico en la estructura del mismo durante el primer año.

Tabla 9. Efecto de diferentes dosis de abono orgánico y mineral sobre algunos componentes del rendimiento de grano en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	LMA (cm)	DMA (cm)	HMA	GH	GMA	REN kg ha ⁻¹
GA	17.83	4.75	13.80	28.85	402.96	5539.2
GB	18.22	4.84	13.90	30.18	424.58	4983.3
EA	17.41	4.77	13.98	30.36	420.64	4655.6
EB	17.23	4.70	13.38	28.58	387.68	4254.5
MA	17.82	4.75	13.65	29.68	407.13	5303.4
MB	17.33	4.68	13.68	28.21	386.42	4692.6
T	15.74	4.35	13.25	26.01	353.50	3446.2
C.V	6.59	3.60	3.87	7.69	7.86	14.010
P>F	0.1288	0.0189	0.4464	0.1554	0.0686	0.0068
DMS	NS	0.39	NS	NS	NS	983.48

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo
LMA=Longitud de mazorca DMA=Diámetro de mazorca MA=Hileras por mazorca GH=Granos por hilera GMA=Granos por mazorca REN kg ha⁻¹=Rendimiento en kg ha⁻¹

3.11 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos, a fin de recomendar esta práctica en la producción, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

3.11.1 Análisis de presupuesto parcial

El análisis económico practicado a los diferentes tratamientos (dosis) presenta US \$156.08 y US \$78.06 en costos variables para la aplicación de gallinaza; US \$138.06 y 69.03 para el estiércol vacuno y US \$160.77 y 80.38 para la aplicación de fertilizante sintético. La Tabla 10 muestra una sobre utilización de fertilizante orgánico (gallinaza) y excesiva utilización de compuestos de origen sintético (260 kg ha⁻¹ más 194 kg ha⁻¹ de urea). La utilización de estas dosis de fertilizante se realizó a discreción, lo que incrementó significativamente los costos de producción. Así mismo, se puede observar que la dosis alta de gallinaza presenta el mayor beneficio neto (US \$880.85).

Este análisis refleja que los agricultores de maíz deberían de utilizar la dosis de 5000 kg ha⁻¹ de gallinaza para protegerse del riesgo de pérdida, pues este obtuvo un beneficio neto de US \$854.82 a un menor costo variable contra la aplicación de 10000 kg ha⁻¹ del mismo fertilizante orgánico que obtiene US \$880.85 pero con mayores costos variables.

Tabla 10. Resultado del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), época de primera; La Compañía 2003

Indicadores	GA	GB	EA	EB	MA	MB	T
Rendimiento. kg ha ⁻¹	5539.2	4983.3	4655.6	4254.5	5303.4	4692.6	3446.2
10% de ajuste	553.92	498.33	465.56	425.45	530.34	469.26	344.62
Rendimiento. Ajustado	4985.28	4484.97	4190.04	3829.05	4773.06	4223.34	3101.58
Beneficio bruto	1036.94	932.87	871.53	796.44	992.80	878.45	645.13
Costo del fertilizante	108.114	54.07	90.09	45.045	149.82	74.91	0
Costos de transporte	36.05	18.025	36.05	18.025	6.3	3.15	0
Costos de aplicación	11.92	5.96	11.92	5.96	4.65	2.32	0
Costos variables totales	156.08	78.06	138.06	69.03	160.77	80.38	0
Beneficio neto	880.85	854.82	733.47	727.41	832.03	798.07	645.13

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.11.2 Análisis de dominancia

Luego de haber realizado el análisis de presupuesto parcial, se procede a determinar cuales de los tratamientos han sido dominados y cuales no. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

El análisis de dominancia (Tabla 11) practicado a los diferentes tratamientos muestra que existen tres tratamientos no dominados (ND), siendo estos las dosis de gallinaza y la dosis baja de estiércol vacuno. El resto de los tratamientos se muestra como dominados, debido a sus bajos beneficios netos y mayores costos variables.

Tabla 11. Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), época de primera; La Compañía, 2003

Tratamiento	Costos variables U\$	Beneficio neto U\$	Dominancia
T	0	645.13	---
EB	69.03	727.41	ND
GB	78.06	854.82	ND
MB	80.38	798.07	D
EA	138.06	733.47	D
GA	156.08	880.85	ND
MA	160.77	832.03	D

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EA=Estiércol alto EB=Estiércol bajo MA=Mineral alto MB=Mineral bajo T=Testigo

3.11.3 Análisis de retorno marginal

La Tabla 12 muestra que la aplicación de 5 000 kg ha⁻¹ de gallinaza presenta una tasa de retorno marginal mucho mayor que la aplicación de la dosis alta del mismo fertilizante orgánico, seguido por la dosificación de estiércol vacuno con dosis de 5 000 kg ha⁻¹. Así mismo, la tasa de retorno marginal indica que los agricultores pueden esperar recuperar US \$14.11 por cada dólar invertido. Según el CIMMYT (1988), la anterior es una tasa de retorno con un margen de ganancias segura; sin embargo, se puede ver que la utilización de dosis elevadas de fertilizantes orgánicos incrementan los costos variables y por consiguiente, disminuye la tasa de retorno marginal.

Tabla 12. Análisis de retorno marginal. Finca Experimental La Compañía, Carazo, 2003

Tratamiento	C.V U\$	C.V.M	B.N U\$	B.N.M	T.R.M %
T	0	-	645.13	-	-
EB	69.03	69.03	727.41	82.28	119
GB	78.06	9.03	854.82	127.41	1411
GA	156.08	78.02	880.85	26.03	33

GA=Gallinaza alta GB=Gallinaza baja EB=Estiércol bajo T=Testigo

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en la finca experimental La Compañía, durante el ciclo de primera del año 2003 se concluye lo siguiente:

La aplicación de 260 kg ha⁻¹ (12-30-10 mas urea 46%), tuvo mayor efecto en la altura de planta a los 63 días después de la siembra.

La aplicación de 10 000 kg ha⁻¹ de gallinaza, obtuvieron los mejores resultados en cuanto al número de hojas por planta a los 63 días después de la siembra, al igual que el rendimiento en kg ha⁻¹.

El abono orgánico estiércol vacuno (10 000 kg ha⁻¹), muestra un efecto positivo sobre el diámetro del tallo durante los 42 y 49 días después de la siembra.

El fertilizante mineral (12-30-10 mas urea 46%) a razón de 130 kg ha⁻¹ a los 56 días después de efectuada la siembra presentó mayor área foliar.

La dosis de 5 000 kg ha⁻¹ de gallinaza indujo a obtener los mayores resultados en el diámetro de mazorca y permitió alcanzar una mayor rentabilidad económica presentando una tasa de retorno marginal de 14.11.

V. RECOMENDACIONES

Fundamentados en los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda trabajar con gallinaza bajo la dosificación de 5 000 kg ha⁻¹; dado que la dosis alta del mismo no proporciona mayores beneficios económicos. Además, que constituye una alternativa para sustituir o reducir la fertilización sintética.

Evaluar los efectos residuales ejercidos por los abonos orgánicos.

Evaluar estos tratamientos con otros cultivos y zonas, considerando variables físicas y biológicas del suelo, y generar mayores conocimientos del proceso de recuperación de la capa fértil y productiva de los suelos.

Establecer este tipo de ensayos bajo el enfoque de experimentación en fincas (análisis de adaptabilidad).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACUÑA, D. R. A. y CASTRO, H. O. A. 2001. Efectos de diferentes arreglos topológicos de maíz (**Zea mays L.**), sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis. -UNA. Managua, Nicaragua. 50 p.
- ADETILOYE, P. O., 1984. Responce maize and ear shoot characteres growth. Factors in southern Nigeria field, crop research and international journal. USA. p265 - p277.
- ALVARADO, E. F. y CENTENO, A. A. 1994. Efectos de sistemas de labranzas, rotación y control de malezas 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 UNA. Managua, Nicaragua. 100 p.
- ARNESTO, G. y BENAVIDES, V. A. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (Gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (**Zea mays L.**) var. NB-S. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 70 p.
- ARREDONDO V., C. 1996. Aplicación de estiércol bovino como complemento a la fertilización química del maíz de temporal. p. 194. In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, México.
- ARZOLA, A.1984. Efecto de espaciamento entre surco, densidad y control de malezas en frijol común (**Phaseolus vulgaris L.**). Tesis. EPV-ISCA. Managua, Nicaragua.
- ARZOLA, P. N., FUNDORA, O. y MACHADO, J. 1986. Suelo, planta y abonado. Editorial pueblo y educación, 1º reimpresión. La Habana, Cuba. 461 p.

- BARBER, K.L., L.D. MADDUX, D.E. KISSEL, G.M. PIERZYNSKI Y B.R. BOCK. 1992. Corn responses to ammonium and nitrate-nitrogen fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 1166-1171.
- BLANDÓN, G.E.J. y SMITH, M.A.Z. 2001. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo del cultivo de maíz (**Zea mays L.**), var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 50 p.
- BETANCO., 1988. Informe final de las áreas de S.G.D.T. 1978-1988. Región IV Ministerio Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nicaragua, 65 p.
- BUSTAMANTE, M. 1990 Efecto de la fertilización nitrogenada, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del maíz (**Zea mays L.**) var. NB-12. Tesis. EPV-UNA. Managua, Nicaragua.
- CANTARERO, R. J y MARTINEZ, O..A. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Tesis EPV-UNA. Managua, Nicaragua. 52 p.
- CASTELLANOS R., J. Z. 1980. El estiércol como fuente de nitrógeno. Seminarios Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- CASTELLANOS R., J.Z. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles. Seminarios Técnicos 7(8): 32. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.

- CASTELLANOS R., J.Z., J. ETCHEVERS B., A. AGUILAR S. Y R. SALINAS J. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades de un suelo en una región irrigada del norte de México. *Terra* 14: 151-158.
- CELIZ, G. F. A., DUARTE, C. R. de J. 1996. Efecto de arreglos topológicos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (***Zea mays L.***) como cultivo principal, en asocio con leguminosas (***Vigna unguiculata L.*** Walph.). Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 37 pp.
- CENTENO, J. C.; CASTRO, V. L. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas 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 UNA. Managua, Nicaragua. 74 p.
- CENTRO EXPERIMENTAL DEL CAFÉ JARDIN BOTANICO. 2003. Datos climáticos de la zona. Temperatura media y precipitación diaria. Departamento de Estadística. Masatepe, Masaya.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. Págs. 8-38.
- CISNE, J. D. y LAGUNA, R. 2004. Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (***Solanum tuberosum L.***) en Mirafior, Estelí. *La Calera*. Año 4, vol. 4: 5-9 p.
- CONTRERAS, J. A. 1994. Influencia de la rotación de cultivos y control de malezas sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento, desarrollo y componentes del cultivo del maíz (***Zea mays L.***). Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 45 p.

- COOKE, G. W. 1975. Fertilizing for maximum yield. En: Giardini, L.; F. Pimpini; M. Borin; G. Gianquinto. 1992. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. J. Agric. Sci. 118: 207-213.
- 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 p.
- ESPINOZA, T. J. J. 1999. Efectos de diferentes arreglos topológicos de maíz (**Zea mays L.**) y frijol común (**Phaseolus vulgaris L.**) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, dinámica de las malezas y uso equivalente de la tierra. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 73 p.
- FISHER, K. Y PALMER, F. 1984. Tropical maize. The physiology of tropical fields crops. Editorial John Wiley & Sons Ltda. Cap. 6: 213-247.
- GIARDINI, L.; F. PIMPINI; M. BORIN; G. GIANQUINTO. 1992. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. J. Agric. Sci. 118: 207-213.
- GOMEZ, O.; MINELLI, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA.-EPV. Managua, Nicaragua. Pág. 76 p.
- GONZÁLEZ, A. U. 1995. El maíz y su conservación. México. Editorial Trillas. 399pag.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). 1999. Informe Técnico anual 1999-2000. Programa Granos Básicos, CNIA-INTA.
- INTA-PROMESA. 2002. Catalogo de semillas, híbridos variedades. Proyecto de mejoramiento de semilla, PROMESA. Págs. 2-3.

- IZQUIERDO, M. Y TALAVERA, T. 1988. Diagnosis of fertility of some Nicaraguans soil. Programa de ciencias de las plantas/ISCA-SLU. Managua, Nicaragua. Sin publicar.
- JUGGENHEIMER, R. W. 1981 Maíz; variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla. México D.F. Editorial Limusa. 841 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.**) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 92 p.
- LEMCOFF, J. M, y LOOMIS, R.S. 1986. Nitrogen influences on NDF determination on Maize. Crop Science, Vol. 26. Unated Stated. Pág. 1027-1022.
- MAGDOFF, F.R. 1978. Influence of manure application rates and continuous corn on soil-N. Agron. J. 70: 629-632
- MALTA, N. V. & MEZA, P. J. 1990. Efecto de tres diferentes niveles de nitrógeno, tres fraccionamientos y dos momentos de aplicación de fertilizantes, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (**Zea mays L.**) var. NB-12. Postrera, 1989. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 42 p.
- MARAIKAR, S.; S. L. AMARASIRI. 1989. Effect of cattle and poultry dung addition on available P and exchangeable K of a red-yellow podzolic soil. Tropical Agriculturalist 144:51-59
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). 1971. Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua. Vol. II. Levantamiento de suelos de la región pacífica de Nicaragua. Parte 2: descripción de suelos. Departamento de suelos y dasonomía. Managua, Nicaragua.

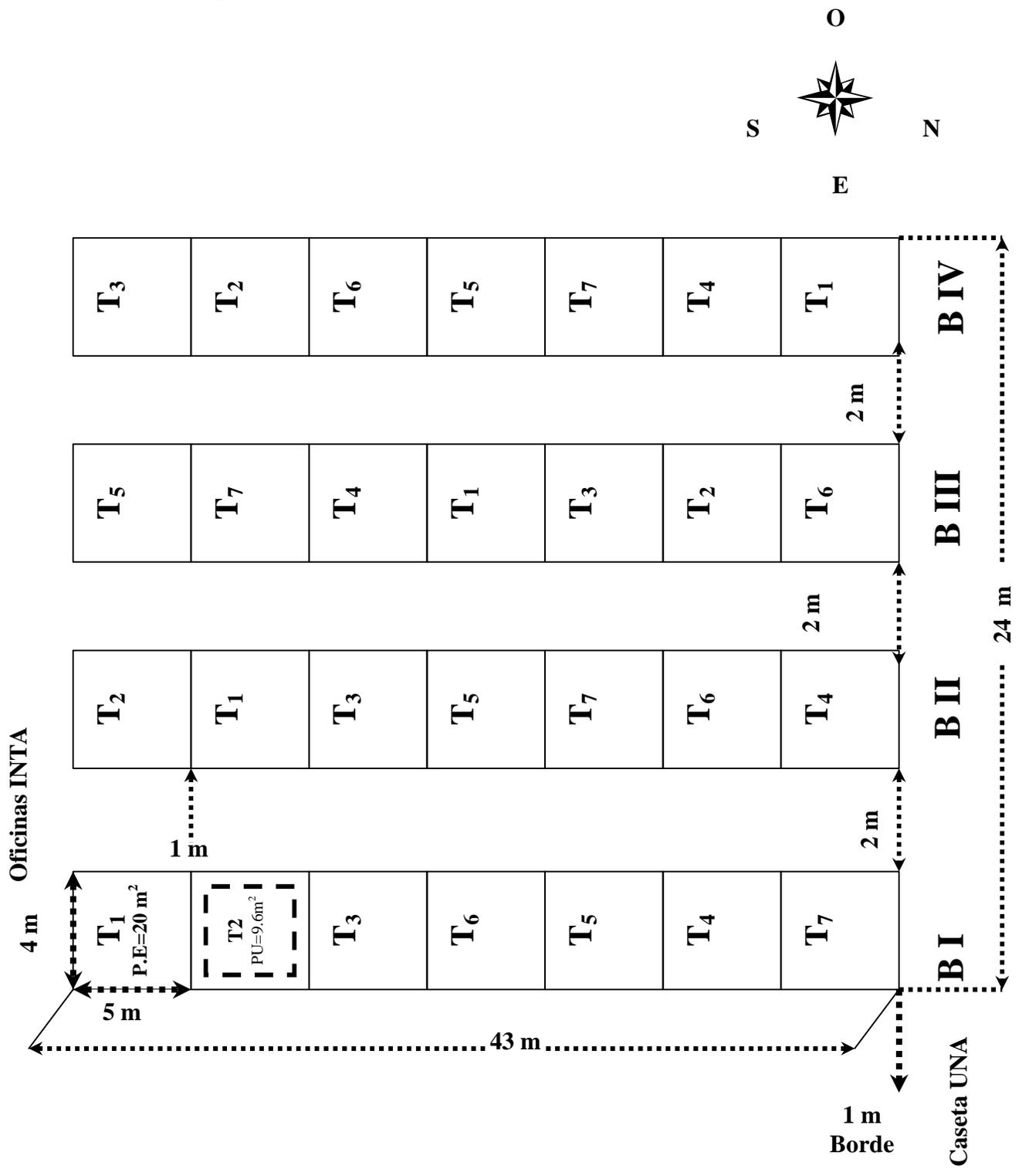
- MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL (MAG-FOR). 2003. Informe anual de producción agropecuaria ciclo agrícola 2002-2003. Departamento de Estadísticas. Managua, Nicaragua.
- MORALES, M. J. 1996. Conservación de suelos y agua. Tramedia especial. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 154 p
- MUNEVAR, F. y WOLLERUM, A. G. 1977. Effects of the addition of phosphorus and inorganic nitrogen on carbon and nitrogen mineralization in Andepts from Colombia. Soil Sci. Am. J. 41:540-5
- OROZCO, C. M. E. 1996. Efecto de tres niveles de gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis EPV-UNA. Managua, Nicaragua. 54 p.
- OTABBONG, E.; IZQUIERDO, M.; TALAVERA, F.; GEBER, U. y OHLANDER, L. 1991. Response to fertiliser of *Phaseolus vulgaris L.* growing with or without weeds in a highly P-fixing mollic Andosol. Trop. Agric. Trinidad y Tobago. 68 (4):339-43.
- PEDROZA, P. H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Centro de estudios de ecodesarrollo para el trópico. 210 p
- PEÑA J. J., GRAGEDA O. A, y VERA J. A. 2001. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (^{15}N). Terra 20: 51-56 Irapuato, Guanajuato., México.
- PRATT, P.F., F.E. BROADBERT Y J.P. MARTIN. 1973. Using organic wastes as nitrogen fertilizer. Calif. Agric. 27: 10-13.
- REYES, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT editor. México D.F. Tercera edición. 460 pp.

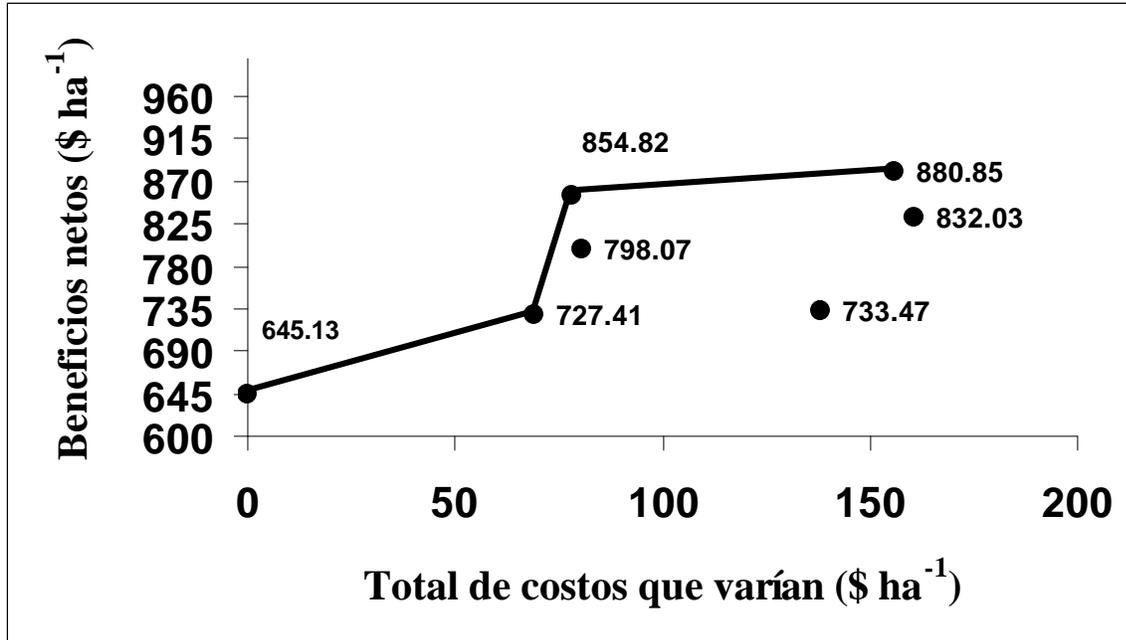
- REYES, J. 1992. Historia de la protección del maíz. Memoria del simposio internacional de sanidad vegetal. ESAVE/UNA. Managua, Nicaragua. 47 p.
- RIVAS, P. S. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento del maíz (**Zea mays L.**) var. H-503. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 42 p.
- ROBLES, S. R. 1978. Producción de granos y forrajes. 5^{ta} edición. Editorial Limusa. México D. F. 600P.
- ROBLES SÁNCHEZ, R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5^{ta} edición. Editorial Limusa. México. 600p.
- ROMERO F., E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad del agua y del suelo. Seminarios Técnicos 6(12): 270. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Gómez Palacio, Durango, México.
- ROMERO, L. M., SANTOS, A. y GARCIA, R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34. págs 261-269.
- 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.**). Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 63p.
- SALGADO, A. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del maíz (**Zea mays L.**) var. NB-6. Tesis. EPV-UNA. Managua, Nicaragua

- SALMERÓN, F., y GARCÍA, L. 1994. Texto de fertilidad y fertilización de suelos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141 p.
- SOMARRIBA R., C. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Págs. 1-57.
- SWINDALE, L. D. 1969. Propiedades de los suelos derivados por cenizas volcánicas. En: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. p. B.105-B.106.
- TALAVERA, F. T. 1990. Análisis de suelos de la finca experimental La Compañía. Laboratorio de suelo Universidad Agrícola de Suecia. Uppsala, Suecia. Comunicación personal.
- TAPIA, B. H. y CAMACHO, A. 1988. Control Integrado de la Producción de Fríjol Común Basado en cero Labranza. Managua, Nicaragua. G. T. Z. 189 p
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA). 2002. Análisis de suelo de La Compañía y análisis de los abonos orgánicos. Laboratorio de suelos y agua.
- VÁSQUEZ, 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. Coahuila, México. 53 p.

VII. ANEXOS

A.1 PLANO DE CAMPO





A.2 Curva de beneficios netos para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

A.3 Aporte de macro nutrientes de los diferentes abonos utilizados en el ensayo

Fertilizante	Aporte de macro nutrientes (kg ha ⁻¹)		
	N	P	K
10, 000 kg ha ⁻¹ de gallinaza	162	218	24
5, 000 kg ha ⁻¹ de gallinaza	81	109	12
10tm ha ⁻¹ de estiércol bovino	195	85	104
5tm ha ⁻¹ de estiércol bovino	97.5	42.5	52
260 kg ha ⁻¹ de 12-30-10	31.2	78	26
130 kg ha ⁻¹ de 12-30-10	15.6	39	13

A.3 Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto a la altura de planta (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

T _a -T _b	? DMS	T _a -T _b	? DMS								
T ₅ -T ₇	7.49*	T ₅ -T ₇	13.77*	T ₁ -T ₇	30.99*	T ₅ -T ₇	43.94*	T ₁ -T ₇	57.25*	T ₅ -T ₇	49.19*
T ₁ -T ₇	6.28*	T ₁ -T ₇	12.87*	T ₅ -T ₇	28.43*	T ₁ -T ₇	43.77*	T ₅ -T ₇	55.48*	T ₁ -T ₇	45.69*
T ₂ -T ₇	4.94*	T ₃ -T ₇	9.66*	T ₃ -T ₇	23.92*	T ₃ -T ₇	39.69*	T ₃ -T ₇	50.85*	T ₃ -T ₇	42.19*
T ₃ -T ₇	4.75*	T ₂ -T ₇	9.09*	T ₂ -T ₇	21.85*	T ₂ -T ₇	33.57*	T ₂ -T ₇	42.88*	T ₂ -T ₇	35.29*
T ₆ -T ₇	4.53*	T ₆ -T ₇	7.39*	T ₆ -T ₇	17.51*	T ₆ -T ₇	29.09*	T ₆ -T ₇	26.98*	T ₆ -T ₇	25.44
T ₄ -T ₇	2.74*	T ₄ -T ₇	3.41NS	T ₄ -T ₇	8.71NS	T ₄ -T ₇	17.89*	T ₄ -T ₇	21.65NS	T ₄ -T ₇	22.32*
Dds	28 dds	35 dds		42 dds		49 dds		56 dds		63 dds	

A.4 Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al número de hojas por planta en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

T _a -T _b	? DMS										
T ₅ -T ₇		T ₅ -T ₇	0.9*	T ₁ -T ₇	1.53*	T ₅ -T ₇	1.53*	T ₃ -T ₇	1.73*	T ₁ -T ₇	1.23*
T ₁ -T ₇		T ₁ -T ₇	0.85*	T ₅ -T ₇	1.43*	T ₁ -T ₇	1.43*	T ₁ -T ₇	1.40NS	T ₅ -T ₇	1.20*
T ₂ -T ₇		T ₆ -T ₇	0.8*	T ₆ -T ₇	1.4*	T ₃ -T ₇	1.13*	T ₅ -T ₇	1.40NS	T ₃ -T ₇	1.17*
T ₃ -T ₇		T ₂ -T ₇	0.53NS	T ₂ -T ₇	1.2*	T ₄ -T ₇	1.10NS	T ₄ -T ₇	0.88NS	T ₂ -T ₇	0.65NS
T ₆ -T ₇		T ₃ -T ₇	0.38NS	T ₃ -T ₇	1.13*	T ₂ -T ₇	0.95NS	T ₂ -T ₇	0.88NS	T ₆ -T ₇	0.60NS
T ₄ -T ₇		T ₄ -T ₇	0.18NS	T ₄ -T ₇	0.6NS	T ₆ -T ₇	0.93NS	T ₆ -T ₇	0.78NS	T ₄ -T ₇	0.45NS
Dds	28 dds		35 dds		42 dds		49 dds		56 dds		63 dds

A.5 Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al diámetro del tallo (cm) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

T _a -T _b	? DMS	T _a -T _b	? DMS	T _a -T _b	? DMS	T _a -T _b	? DMS
T ₁ -T ₇	0.38*	T ₃ -T ₇	0.35*	T ₃ -T ₇	0.34*	T ₅ -T ₇	0.35*
T ₂ -T ₇	0.38	T ₅ -T ₇	0.35*	T ₅ -T ₇	0.34*	T ₃ -T ₇	0.34*
T ₃ -T ₇	0.40*	T ₂ -T ₇	0.37*	T ₂ -T ₇	0.41*	T ₂ -T ₇	0.39*
T ₅ -T ₇	0.25NS	T ₁ -T ₇	0.22NS*	T ₁ -T ₇	0.23NS	T ₁ -T ₇	0.22NS
T ₆ -T ₇	0.40*	T ₄ -T ₇	0.37*	T ₄ -T ₇	0.36*	T ₄ -T ₇	0.37*
T ₄ -T ₇	0.25NS	T ₆ -T ₇	0.21NS	T ₆ -T ₇	0.20NS	T ₆ -T ₇	0.24NS
Dds	35 dds		42 dds		49 dds		56 dds

A.6 Significancia estadística detectada de acuerdo a la prueba de la DMS con respecto al área foliar (cm²) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Época de primera; La Compañía, 2003

T _a -T _b	? DMS	T _a -T _b	? DMS
T ₆ -T ₇	121.16*	T ₅ -T ₇	120.86*
T ₅ -T ₇	113.82*	T ₅ -T ₇	119.64*
T ₂ -T ₇	101.96*	T ₆ -T ₇	100.37NS
T ₃ -T ₇	101.37*	T ₁ -T ₇	88.18NS
T ₁ -T ₇	94.34NS	T ₂ -T ₇	87.07NS
T ₄ -T ₇	46.78NS	T ₄ -T ₇	57.67NS
	56 dds		63 dds