

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE DOS NIVELES DE NITROGENO Y TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO,
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE
MAIZ (*Zea mays L*)**

AUTORES

Br. JAIRO FLORES MIRANDA

Br. ROGER DURAN LUGO

ASESORES

Ing. CAMILO SOMARRIBA

Ing. MSc. AGUSTIN CASTILLO

MANAGUA, NICARAGUA.
OCTUBRE, 1997.

DEDICATORIA

A la memoria de mis abuelitos Sr. Félix Pedro Miranda Fernández † y Sra. María Brunilda Zúñiga de Miranda † ; quienes me enseñaron a dar los primeros pasos, seguir siempre por el buen camino para llegar a ser un hombre de bien y hoy estarían felices de verme realizado como un profesional.

A mi madre Sra. Valentina Miranda Zúñiga, que constantemente que la necesito está a mi lado brindándome todo su apoyo. Con abnegación y sacrificios logró ayudarme a culminar mis estudios profesionales y quien ha sido siempre mi ejemplo .

A mi padre Dr. Donald Flores Chávez, que me apoyó durante el transcurso de mi carrera y me incentivó a seguir adelante.

A mis Tíos quienes siempre me brindaron un voto de confianza y me dieron su apoyo.

A mis tíos Sr. Juan Rodríguez Mendoza y Sra. Melba Miranda de Rodríguez, quienes siempre me impulsaron a seguir adelante y me brindaron todo su apoyo constantemente.

A mi esposa, amiga y compañera de estudios Ing. (Inf.) Sandra García de Flores, que me acompañó durante el transcurso de la carrera motivándome siempre a cumplir con responsabilidad mis deberes.

A mi compañero de tesis y mejor amigo Ing (Inf.) Róger Durán Lugo, con quien compartí los cinco años de estudio, con su colaboración y dedicación se logró la finalización de este trabajo de diploma.

A mi familia.

Jairo José Flores Miranda.

DEDICATORIA

Con todo Amor y respeto a:

Mis padres Sra. Cándida Rosa Lugo de Durán y Sr. Uriel Durán Solorzano, a quienes admiro, y sin su esfuerzo no hubiese sido posible la conclusión de este trabajo para realizarme como un profesional y servir a mi país.

Mis queridas hermanas Xochilt de los Angeles y Muriel Carola Durán Lugo, que en todo momento estuvieron a mi lado.

Mis abuelitos Sra. Epifanía Rivas Miranda ; Sr. Evaristo Durán y Elisa Solorzán de Durán.

Mis Tíos que aportaron su apoyo en mi formación profesional.

Mis tíos Isabel Vivas Rivas y Omar Zúniga Rivas, de quienes recibí toda su ayuda y comprensión siempre que la necesite.

MI amigo y hermano Ing. (Inf.) Jairo José Flores Miranda, compañero de estudio a lo largo de nuestra formación profesional, que con su experiencia y conocimiento hicieron posible la conclusión de este trabajo, su mamá Sra. Valentina Miranda Zúniga y su esposa Ing (Inf.) Sandra García de Flores, por haberme brindado su apoyo y comprensión.

MI familia.

Róger Uriel Durán Lugo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de los Desamparados por darnos fuerza, sabiduría y perseverancia durante el transcurso de nuestras vidas, y así lograr realizar nuestros anhelos.

A nuestros asesores: Ing. **Camilo Somarriba** e Ing. Msc. **Agustín Castillo**, por sus valiosos aportes en la ejecución y revisión del presente trabajo.

Al personal del Programa de Suelos y Aguas del Centro Nacional de Investigación agropecuaria (CNIA-INTA), por su apoyo financiero y logístico.

Al Ing. **Marco Antonio Pacheco**, por sus valiosos aportes durante el transcurso de este trabajo.

Al Dr. **Dennis Salazar**, Ing. Msc. **Victor Aguilar** e Ing. **Bayardo Escorcía**, por brindar parte de su valioso tiempo en la revisión del documento.

A **Carolina Padilla** y **Yelba Fuente**, por su colaboración con material didáctico.

A Lic. **Katty Sánchez**, Lic. **Mirella Méndez**, Lic. **Francis Martínez** e Ing. **Gabriel Martínez** y a todo el personal del **CENIDA** por su colaboración con material bibliográfico.

A nuestros amigos y hermanos Ing. (inf.) **Norma Galo Roque**, Lic. **Lizbeth Alvarez**, Ing. (inf.) **Alvaro Agurto Robelo**, Ing. (inf.) **Ricardo Guardado Salazar**, Ing. (inf.) **Cesar Castillo García**, que siempre se interesaron por la finalización de este trabajo.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria, que aportan sus conocimientos en la formación del nuevo profesional; y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo de diploma.

Jairo José Flores Miranda.
Róger Urlei Durán Lugo.

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
INDICE DE TABLAS	I
INDICE DE FIGURAS	II
INDICE DE ANEXOS	III
RESUMEN	IV
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Ubicación del sitio experimental	4
2.2 Descripción agroecológica del sitio expe	4
2.3 Tipo de suelo	4
2.4 Descripción experimental	6
2.5 Métodos de fitotecnia	7
2.6 Variables a medir	8
2.6.1 Durante el crecimiento y desarrollo	8
2.6.2 Al momento de la cosecha	9
2.7 Análisis estadístico	11
2.8 Análisis económico	11
III. RESULTADOS Y DISCUSION	13
3.1 Crecimiento y desarrollo	13
3.1.1 Altura de planta	13
3.1.2 Altura de inserción de mazorca	14
3.1.3 Número total de hojas/Planta	15
3.1.4 Hojas sobre la mazorca	16
3.1.5 Días a floración masculina	18
3.1.6 Floración femenina	19

3.2 Componentes del rendimiento	22
3.2.1 Diámetro de mazorca	23
3.2.2 Longitud de mazorca	24
3.2.3 Número de hileras/mazorca	25
3.2.4 Número de granos/hilera	25
3.2.5 Plantas cosechadas	27
3.2.6 Número de plantas acamadas	28
3.2.7 Mazorcas cosechadas	29
3.2.8 Número de mazorcas podridas	30
3.2.9 Peso de 250 granos	31
3.2.11 Rendimiento de grano (kg/ha)	32
3.2-12 Biomasa total	35
3.3 Análisis económico de los tratamientos	36
IV. CONCLUSIONES	39
V. RECOMENDACIONES	41
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
VII. ANEXOS	47

INDICE DE TABLAS

TABLA		PAGINA
Tabla 1	Análisis de suelo del área donde se estableció el experimento	5
Tabla 2	Factores en estudio y sus niveles	6
Tabla 3	Dimensiones del ensayo	6
Tabla 4	Influencia de los factores en estudio sobre altura de planta y altura inserción de la mazorca	15
Tabla 5	Influencia de los factores en estudio sobre el número de hojas totales y hojas sobre la mazorca	17
Tabla 6	Influencia de los factores en estudio sobre los días a floración masculina y femenina	22
Tabla 7	Influencia de los factores en estudio sobre las características de las mazorcas	26
Tabla 8	Influencia de los factores en estudio sobre las plantas cosechadas y acamadas por hectárea, mazorcas cosechadas y podridas por hectárea	31
Tabla 9	Influencia de los factores en estudio sobre el peso de 250 granos, peso de campo de 6 mazorcas, rendimiento de granos y la producción de biomasa	36
Tabla 10	Análisis económico de los tratamientos en estudio	37

II

INDICE DE FIGURA

FIGURA		PAGINA
Figura 1	Datos de precipitación (mm) y temperatura (°c) ocurridos en el CNIA (1996)	5
Figura 2	Días a flor femenina, interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad	21
Figura 3	Rendimiento de grano, interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad (kg/ha)	34
Figura 4	Análisis económico de los tratamientos estudiados	38

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PAGINA
Anexo 1 Días a flor masculina, interacción Variedad x Densidad	47
Anexo 2 Días a flor femenina, interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad	47
Anexo 3 Diámetro de mazorca (cm), interacción Variedad x Densidad	48
Anexo 4 Plantas cosechadas, interacción Nitrógeno x Densidad	48
Anexo 5 Plantas cosechadas, interacción Variedad x Densidad	48
Anexo 6 Mazorcas podridas, interacción Variedad x Densidad	48
Anexo 7 Rendimiento de grano (kg/ha, al 15 % H ²),interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad	49
Anexo 8 Características agronómicas de las variedades en estudio ..	50

IV.

RESUMEN

En el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de dos niveles de nitrógeno (75 y 150 kg/ha), tres densidades de siembra (30, 50 y 70 mil pts/ha), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (Catacamas 9043, Across 8243 y NB-6). El presente estudio se realizó del 28 de Junio al 10 de Octubre de 1996. El ensayo fue un trifactorial, con diseño de parcelas sub-divididas, arreglado en bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones; realizandose un análisis estadístico de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan con un margen de error $\alpha = 5\%$. Los niveles de nitrógeno estudiados presentaron diferencias estadísticas sobre el rendimiento de grano, obteniendose el mayor rendimiento con la dosis de 150 kg N/ha. Las variedades presentaron diferencias estadísticas en el rendimiento y biomasa total, siendo la variedad Across 8243 con la que se obtuvo mejores resultados. Las densidades de siembra presentaron diferencias estadísticas en rendimiento y biomasa total, siendo la densidad de 70 mil pts/ha la que presentó el mejor comportamiento. De acuerdo al estudio económico, el tratamiento N2V2D3 (150 kg N/ha, Variedad Across 8243, Densidad de 70 mil pts/ha) fue el que presentó el mayor rendimiento y la mayor rentabilidad.

I. INTRODUCCION

El cultivo del maíz (*Zea mays* L) se inició, probablemente con la aparición de la agricultura en el nuevo mundo hace más de 8 mil años; éste era cultivado por los indios en la América precolombina en casi todo el continente desde Canadá hasta la Patagonia (López, 1991).

El Maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz; se cultiva en una superficie total de 106 millones de hectáreas. Su rendimiento promedio es de 2,100 kg/ha; es un cereal que se adapta a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se cultiva en casi todo el mundo constituyendo la base de la alimentación de los países latinoamericanos (SEP/TRILLAS "El Maíz", 1991).

En Nicaragua el maíz es un cultivo alimenticio muy importante en la dieta nacional y aunque se aumenten las áreas a cosechar los rendimientos no son satisfactorios, FAO (1985). El MAG (1996), afirma que la producción de maíz para el ciclo agrícola 1995/96 fue de 290,909 t obtenidos de un total de 223,776 hectáreas, con promedios de 1,300 kg/ha, estando esto muy por debajo del potencial agroecológico de Nicaragua y del rendimiento promedio mundial. Al comparar las variables de producción (área, rendimiento y producción) del ciclo agrícola 1995/96 con los del ciclo 1994/95, se observa un comportamiento ascendente, el área pasó de 195.8 a 223.7 miles de hectáreas obteniéndose un incremento del 14%; los rendimientos tuvieron un ligero crecimiento, pasando de 1,235 a 1,300 kg/ha (5,26%).

En estas condiciones de bajo rendimiento del maíz a nivel nacional se crea la necesidad de lograr el incremento de estos; los que son altamente dependiente de la cantidad de nitrógeno aplicado, de la densidad de población utilizada y de la variedad a usar (FAO, 1990).

A la fecha no se tiene información de la respuesta al nitrógeno y el nivel óptimo económico, específicamente en los nuevos cultivares producidos y liberados comercialmente por el Programa Nacional del Maíz. En general las recomendaciones de la fertilización nitrogenada son históricas y datan de muchos años atrás, sin haber sufrido modificaciones por la falta de investigación acorde a los procesos degradativos que han sufrido los suelos a través del tiempo (FAO, 1990).

El maíz necesita una buena cantidad de nitrógeno para alcanzar su máximo rendimiento y buena calidad del grano, pues de él depende la cantidad de proteínas de este. La cantidad de nitrógeno que se va aplicar depende de la densidad de siembra, de las condiciones del suelo y de la cosecha anterior (SEP/TRILLAS "Cultivos Básicos", 1991).

MIDINRA (1985), recomienda como la dosis de nitrógeno más adecuada 127.3 kg de urea/ha (58.5 kg de N/ha). Cuadra (1988) en ensayo realizado en La Compañía (IV región) obtuvo los mayores rendimientos utilizando 140 kg de nitrógeno por hectárea.

Según MAG (1991), basado en los resultados obtenidos en experimentos, más la experiencia de los productores y la relación beneficio costo ha permitido recomendar dosis de nitrógeno entre 59 y 88 kg/ha.

En cuanto al factor densidad de siembra, está condicionado por la humedad disponible del suelo, la fertilidad natural o inducida al suelo y la variedad a sembrar (Zamorano, *et al*, 1996).

Para las condiciones de Los Altos de Masaya, Ballesteros (1972) determinó que con 85,000 pts/ha se obtuvieron los máximos rendimientos. Por otra parte, el MAG (1991) recomienda densidades entre 71,500 y 78,650 pts/ha.

La selección de una buena variedad de maíz es muy importante para mejorar la producción en un lugar o región; la selección de los cultivares requiere del conocimiento de sus características agronómicas para su adecuada recomendación (MAG, 1991).

Es necesario incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno encontrando la dosis adecuada de fertilización, así como la elección de cultivares que se adapten a las zonas o regiones y las poblaciones óptimas para obtener los mejores rendimientos posibles. De acuerdo a lo antes mencionado, se estableció un estudio para cumplir con los siguientes objetivos:

- Evaluar dos niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz.**

- Determinar el tratamiento con que se obtiene la mayor rentabilidad.**

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del sitio experimental

El experimento se realizó en la época de primera, comprendida en los meses de Junio a Octubre de 1996 en terrenos del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), ubicados en el Km 14 carretera norte, municipio de Managua, departamento de Managua, en las coordenadas 12° 05' latitud norte y 86° 10' longitud oeste.

2.2 Descripción agroecológica del sitio experimental

El Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) se encuentra a 60 msnm, una precipitación promedio anual de 800-1000 mm, temperatura promedio anual de 26 a 27 °C, vientos con velocidad mayores de 30 Km/hr en los meses de Marzo y Abril (Rodríguez & Murillo, 1996). En la figura 1 se reflejan los datos de precipitación y temperatura del año en que se realizó el ensayo.

2.3 Tipo de suelo

Los suelos del CNIA pertenecen a la serie Cofradía II,2.1; son suelos casi planos a muy ligeramente ondulados, profundos a moderadamente profundos, textura franco arenosa, bien drenados, de permeabilidad moderada a moderadamente rápida y retención de humedad disponible moderadamente rápida, generalmente se encuentran levemente erosionados. El contenido de materia orgánica es moderado, el Fósforo varía de bajo a alto y el potasio es generalmente medio (MAG, 1971)

Tabla 1. Análisis de suelo del área donde se estableció el experimento

E		%		ppm/meq 100 gr/suelo				PROF.	ANÁLISIS DE TEXTURA			
H ₂ O	KCL	N.O	N	P	K	Ca	Mg		% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASE TEXTURAL
7.3	-	3.26	0.16	106	0.76	18.5	8.3	20 cm	22.5	37.5	40	FRANCO

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas de la UNA 1996

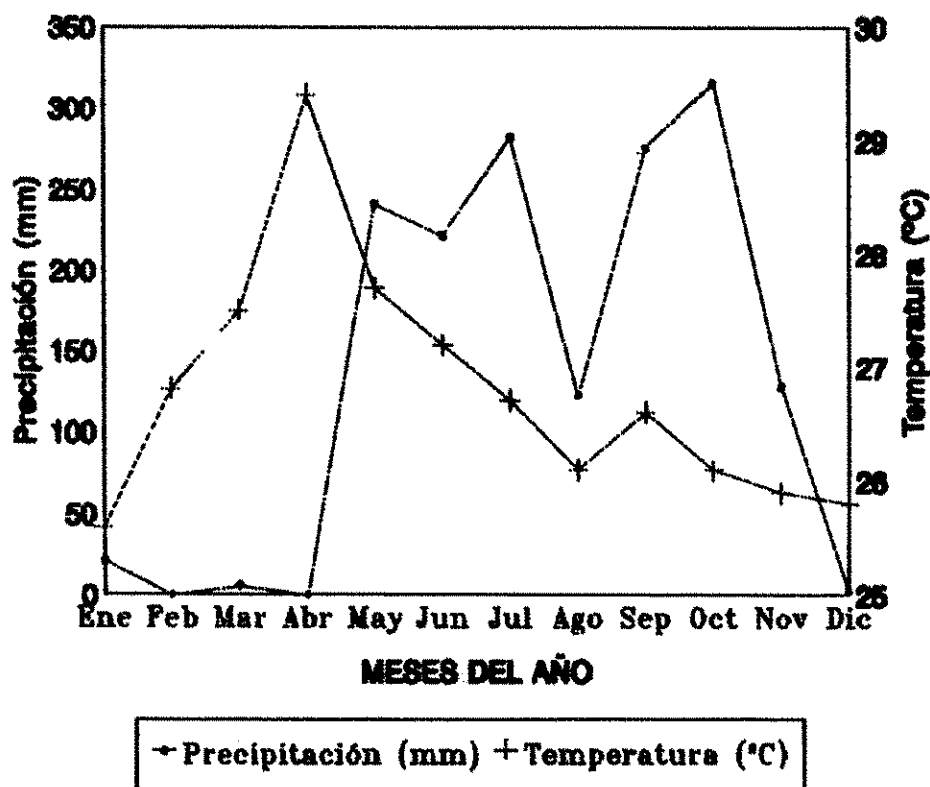


Figura 1. Datos de precipitación y temperatura ocurridos en el CNIA (1996)

2.4 Descripción experimental

El ensayo utilizado fue un trifactorial, con diseño de parcelas subdivididas arreglados en bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. La parcela principal fue constituida por el factor nitrógeno, la parcela intermedia por el factor variedad y la parcela pequeña por el factor densidad; Los factores en estudio y sus niveles se reflejan en la Tabla 2. Las dimensiones del ensayo se describen en la tabla 3.

Tabla 2. Factores en estudio y sus niveles

FACTORES	NIVELES
Nitrógeno	$N_1 = 75 \text{ kg/ha.}$
	$N_2 = 150 \text{ kg/ha.}$
Variedades	$V_1 = \text{Catacamas 9043}$
	$V_2 = \text{Across 8243}$
	$V_3 = \text{NB-6}$
Densidades	$D_1 = 30,000 \text{ pts/ha.}$
	$D_2 = 50,000 \text{ pts/ha.}$
	$D_3 = 70,000 \text{ pts/ha.}$

Tabla 3. Dimensiones del ensayo

DESCRIPCION	AREA
Area de la parcela experimental	20 m ²
Area de la parcela útil	9.6 m ²
Area de una replica	360 m ²
Area de tres replicas	1,080 m ²
Area entre replicas	288 m ²
Area total	1,368 m ²

2.5 Métodos de fitotecnia

La preparación del suelo fue mecanizada, utilizando el método de labranza convencional, la que consistió en un pase de arado de disco 30 días antes de la siembra y dos pases de gradas; la siembra se realizó en época de primera, el día 28 de junio de 1996.

La siembra se realizó de forma manual, con distanciamiento entre surco de 80 cm; estableciéndose primeramente poblaciones por encima de las evaluadas, 15 días después de la emergencia (DDE) se realizó la actividad del raleo dejando de esta manera las densidades en estudio.

Las variedades de maíz estudiadas fueron Catacamas 9043, Across 8243 y NB-6, las cuales presentan un ciclo vegetativo de 120, 120 y 110 días respectivamente; las características agronómicas se reflejan en el anexo 8.

La fertilización básica que se aplicó fue la fórmula completa 12-30-10 para satisfacer los 40 kg de P_2O_5 /ha aplicándose 133.3 kg/ha al momento de la siembra en el fondo del surco. La fertilización nitrogenada se realizó con urea al 46%, aplicándose en dos momentos, 50% al momento de la siembra (46.7 kg/ha) y el 50% restante (81.5 kg/ha) a los 35 días después de la emergencia completándose los 75 kg N/ha; para el nivel de nitrógeno 150 kg/ha se utilizó la misma modalidad aplicándose 128.3 kg de urea al momento de la siembra y 163 kg de urea a los 35 DDE. El fertilizante fue aplicado en las bandas, realizándose junto a esta actividad la labor de aporque.

Al momento de la siembra se aplicó loraban 2% G (Clorpirifos) a razón de 20 kg/ha para controlar plagas del suelo.

Para el control de plagas del cultivo, durante el ciclo se utilizó lorsban 4 EC, decis (Decametrina) y MTD (Dimetil-amidotio-fosfato) en dosis de 1 l/ha, 0.75 l/ha y 1.5 l/ha respectivamente; estos productos se aplicaron cuando se presentó incidencia de plagas.

El control de malezas se realizó de forma manual, realizándose 3 limpiezas, con el fin de mantener limpio el experimento durante los primeros 45 días de edad del cultivo.

La cosecha se realizó de forma manual; ésta se efectuó el día 10 de octubre de 1996.

2.6 Variables a medir

2.6.1 Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo

Número de hojas por planta

Esta actividad se realizó a partir de los 14 días después de la emergencia, seleccionándose 10 plantas al azar dentro la parcela, marcando la hoja número 5 con spray cuando aun estaba presente la hoja número 1. A los 30 DDE realizamos el mismo procedimiento marcándose la hoja número 10; al momento de la floración realizamos un conteo del número total de hojas por planta, partiendo de la última hoja marcada.

Número de hojas sobre la mazorca

Esta labor se efectuó a los 72 días después de la emergencia; Se contabilizaron el total de hojas existentes por encima del punto de inserción de la mazorca.

Altura de planta

Para esta variable se tomaron al azar 10 plantas dentro de la parcela útil. Las cuales fueron debidamente etiquetadas; se realizaron dos mediciones de altura de planta (cm) partiendo desde la base del tallo hasta la base de la panoja, ésta se efectuó a los 40 y 55 días después de la emergencia.

Días a floración masculina y femenina

Se determinó la floración masculina y femenina cuando el 50% de las plantas de cada parcela útil estaba florecida.

Altura de inserción de la mazorca (cm)

Esta se determinó a los 59 días después de la emergencia, midiéndose desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la mazorca.

2.6.2 Variables evaluadas al momento de la cosecha

Plantas cosechadas

Se realizó un recuento de las plantas a cosechar dentro de la parcela útil.

Número de plantas acamadas

Se tomaron en cuenta todas aquellas plantas dentro de la parcela útil que presentaron un ángulo de inclinación menor de 45° respecto a la superficie del suelo.

Mazorcas cosechadas

Se contaron el número de mazorcas cosechadas dentro de la parcela útil.

Número de mazorcas podridas

Del total de mazorcas cosechadas se tomaron en cuenta todas aquellas que presentaron al menos el 50% de daño.

Longitud de mazorca (cm)

Se tomó una muestra al azar de 6 mazorcas, midiendo su longitud.

Diámetro de mazorca (cm)

Se utilizó un Bernier para medir el diámetro de las mazorcas seleccionadas anteriormente.

Número de hileras por mazorca

Se contó el número de hileras de las 6 mazorcas antes seleccionadas.

Número de granos por hilera

Se contabilizó el número de granos por hilera de la muestra de 6 mazorcas seleccionadas al azar.

Peso de 250 granos (gr)

La muestra de 6 mazorcas se desgranó, luego se procedió a formar una mezcla homogénea de la cual se obtuvo 250 granos al azar, seguidamente se procedió a determinar su peso ajustándolo al 15% de humedad.

Rendimiento de campo (kg/ha)

Una vez realizada la cosecha se procedió a determinar el peso de campo del total de mazorcas cosechadas, ajustándolo al 15% de humedad.

Biomasa

Se tomaron al azar 10 plantas de la parcela y se determinó su peso seco en toneladas métricas por hectárea.

2.7 Análisis estadístico

Para realizar el estudio de las variables, se utilizó el programa estadístico MSTAT, realizándose primeramente un análisis de varianza (ANDEVA), seguido por la separación de media de Duncan con $\alpha = 0.05$.

2.8 Análisis económico

A cada uno de los tratamientos evaluados se les realizó un análisis económico para calcular su rentabilidad, con el objetivo de determinar la alternativa desde el punto de vista económico más viable para el agricultor. Este análisis se basó en la tasa de retorno marginal (Tm), considerándose los siguientes parámetros (CYMMYT, 1988).

Costos fijos (Cf): Este abarca las labores de preparación del terreno y manejo agronómico de los tratamientos.

Costos variables (Cv): Son los que se refieren a insumos variables como cantidad de semilla y fertilizante en cada uno de los tratamientos.

Costos totales (Ct): Es el resultado de la sumatoria de los costos fijos más costos variables ($Cf + Cv$).

Rendimiento: Se utilizó los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos y se expresó en kg/ha.

Precio del producto: Se utilizó el precio con que se cotiza en el mercado y se expresó en córdobas/kg.

Beneficio bruto (Bb): Se obtiene de la multiplicación del rendimiento por el precio del producto.

Beneficio neto (Bn): Se obtiene de la diferencia entre beneficio bruto y costo total de producción ($Bb - Ct$).

Tasa de retorno marginal (Tm): Se obtiene a través del beneficio neto sobre los costos totales de producción por cien ($Bn/Ct \times 100$).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Crecimiento y desarrollo

Durante el crecimiento y desarrollo la planta presenta características y diferencias morfológicas y fisiológicas en la fase vegetativa y reproductiva (FAO, 1993).

El conocimiento de los distintos períodos de crecimiento y desarrollo de la planta es importante para realizar un adecuado manejo agronómico (Somariba, 1995).

3.1.1 Altura de planta

La altura final de la planta está directamente influenciada por las condiciones ambientales que se presenten durante la elongación del tallo, entre ellas tenemos humedad, nutrición, temperatura, cantidad y calidad de luz (Cuadra, 1988). Esta es una característica de gran importancia agronómica, sobre todo cuando las labores de cultivo se realizan de forma mecanizada.

Los niveles de nitrógeno evaluados en este estudio no mostraron diferencias significativas en altura de planta (Tabla 4); coincidiendo con Baca (1989), quien no encontró diferencias significativas al estudiar niveles de 90, 120 y 150 kg de N/ha. Nuestros resultados no coinciden con lo planteado por Cuadra (1988), quien encontró diferencias significativas al estudiar niveles de nitrógeno de 0, 70 y 140 kg/ha.

Las variedades no mostraron diferencias significativas en altura de plantas, coincidiendo con estudios de validación realizados por el CIMMYT (1995), que reflejan que estos materiales son bastante similares entre sí.

Para el factor densidad no se encontró diferencias significativas entre sí; pero existe tendencia a aumentar la altura de planta conforme se incrementan las densidades, debido a que existe mayor competencia por agua, luz, nutrientes y espacio físico.

3.1.2 Altura de inserción de la mazorca

La altura de la mazorca es una variable de igual importancia que la altura de planta; a menor altura de inserción de la mazorca hay un incremento en los rendimientos, debido a que existe mayor número de hojas por encima de esta expuestas al proceso fotosintético aportando una mayor acumulación de carbohidratos. De igual manera esta cualidad mejora las labores mecanizadas de cosecha.

En los resultados obtenidos en el estudio no se encontraron diferencias significativas para el factor nitrógeno; coincidiendo con Baca (1989), quien no encontró diferencias significativas en la altura de inserción de la mazorca al evaluar diferentes niveles de nitrógeno.

En el factor variedad no se encontraron diferencias significativas para altura de inserción de la mazorca; obteniéndose la menor altura de mazorca en la variedad NB-6, seguida de Catacamas 9043 y Across 8243 con la mayor altura.

El factor densidad no presentó diferencias significativas entre sí; observándose la mayor altura de inserción de la mazorca para la densidad de 50,000 pts/ha, y las del valor más bajo para la densidad de 30,000 pts/ha (Tabla 4).

Tabla 4. Influencia de los factores en estudio sobre altura de planta y altura de inserción de la mazorca

FACTOR		ALTURA DE PLANTAS (cm)55 DDE		ALTURA A LA MAZORCA(cm)	
NITROGENO (kg/ha)	75	224.7	a	110.9	a
	150	228.2	a	107.0	a
ANDEVA		N.S		N.S	
VARIEDAD	CATACANAS 9043	226.2	a	111.1	a
	ACROSES 8243	226.4	a	113.7	a
	HB-6	226.8	a	102.0	a
ANDEVA		N.S		N.S	
DENSIDAD (niles pts/ha)	30	224.9	a	107.0	a
	50	226.7	a	111.3	a
	70	227.8	a	100.5	a
ANDEVA		N.S		N.S	
C.V %		4.05		12.26	

3.1.3 Número total de hojas/planta

Es de mucha importancia conocer el número total de hojas debido a que existe una estrecha relación entre el número total de hojas y la precocidad, por lo cual dicho criterio se utiliza en la clasificación o selección en la duración del ciclo de vida de las variedades; de igual modo existe una correlación positiva entre la altura máxima de la planta y el número total de hojas; igualmente se ha utilizado el número de hojas como criterio de precocidad de la floración. La formación de hojas se detiene al comienzo de la diferenciación de la panícula (López, 1991).

Para el factor nitrógeno no se encontró diferencias significativas en cuanto al número total de hojas/planta (Tabla 5); contradiciendo de esta manera a González & Bervis (1993), quienes aseguran en sus estudios que el número de hojas se incrementó con el aumento de la cantidad de nitrógeno aplicado.

Las variedades presentaron un comportamiento estadístico similar al no presentar diferencias significativas entre sí.

En cuanto al factor densidad no se encontraron diferencias significativas entre sí; coincidiendo de esta manera con estudios realizados por Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron diferencias significativas para el factor densidad entre las diferentes poblaciones estudiadas.

3.1.4 Hojas sobre la mazorca

El estudio de esta variable es de vital importancia para la producción y el rendimiento de grano, debido a que las hojas superiores y medias de las plantas son las principales contribuyentes de carbohidratos a la mazorca y llenado de grano.

En este estudio no se encontró diferencias significativas para el factor nitrógeno en el número de hojas sobre la mazorca (Tabla 5); coincidiendo de esta manera con López (1991), quien indica que el nitrógeno no aumenta el número de hojas. coincidiendo con estudios realizados por Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron diferencias significativas en cuanto al factor nitrógeno para esta variable.

Para el factor variedad no se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de hojas sobre la mazorca, comportandose de la misma manera las tres variedades en estudio con 7 hojas por encima de la mazorca.

El factor densidad no presentó diferencias estadísticas en ninguna de las poblaciones en estudio; coincidiendo con López (1991), quien asegura que al aumentar las densidades no se provoca variaciones en cuanto al número de hojas.

Tabla 5. Influencia de los factores en estudio sobre el Número de hojas totales y hojas sobre la mazorca

FACTOR		HOJAS/PLANTA		HOJAS SOBRE LA MAZORCA	
NITROGENO (kg/ha)	75	22	a	7	a
	150	22	a	7	a
ANDEVA		N.S		N.S	
VARIEDAD	CAYACANAS 9043	22	a	7	a
	ACROSS 8243	22	a	7	a
	BB-6	22	a	7	a
ANDEVA		N.S		N.S	
DENSIDAD (miles pts/ha.)	30	22	a	7	a
	50	22	a	7	a
	70	21	a	7	a
ANDEVA		N.S		N.S	
C.V %		2.40		2.63	

3.1.5 Días a floración masculina

Una vez concluido el crecimiento vegetativo de la planta y alcanzado su tamaño definitivo, se produce la emergencia de las partes florales. La polinización es determinante en el rendimiento del cultivo ya que el grano que no inicie aquí su formación no podrá hacerlo después (Somarriba, 1995).

En el factor nitrógeno no se encontraron diferencias significativas para esta variable (Tabla 6); coincidiendo con estudios realizados por Baca, 1989 quien no encontró respuestas en los diferentes niveles de nitrógeno aplicados.

Para las variedades se presentaron diferencias significativas, observándose que las variedades Catacamas 9043 y NB-6 son similares entre sí, presentando los días de floración masculina más tardíos, a diferencia de la variedad Across 8243 quien presentó la floración masculina más temprana.

En cuanto al factor densidad se encontraron diferencias significativas en esta variable, presentándose la floración más temprana con la población de 30 mil plantas y la más tardía con la densidad de 70 mil pts/ha; estos resultados coinciden con los estudios realizados por Rivera & Morales (1997), el cual indica que la floración tiende a retrasarse con poblaciones densas; lo que nos permite afirmar que al aumentar las densidades se retrasa la floración masculina.

La Interacción Variedad x Densidad mostró diferencias significativas para esta variable, siendo la variedad más precoz Across 8243 con 30 y 50 mil pts/ha (Anexo 1).

3.1.6 Floración femenina

La espiga del maíz o estructura floral femenina está constituida por un grupo cilíndrico de flores femeninas, cada una de ellas es capaz de producir un grano si es polinizada en el momento adecuado (Tapia, 1980).

Para esta variable no se encontró diferencias significativas en cuanto al factor nitrógeno (Tabla 6); pero sí existe un ligero aumento en los días a floración con el nivel de 150 kg de N/ha; coincidiendo de esta manera con Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron diferencias significativas para el factor nitrógeno en esta variable.

Las variedades en estudio presentaron diferencias significativas en los días a floración femenina, encontrándose con una floración más temprana las variedades Catacamas 9043 y Across 8243, las cuales son estadísticamente iguales entre sí. En segunda categoría se encuentra la variedad NB-6, la cual presenta una floración femenina más tardía con respecto a las otras variedades evaluadas.

En cuanto al factor densidad se encontraron diferencias significativas en las tres poblaciones en estudio, encontrándose la floración más temprana con la población de 30 mil pts/ha, seguida por 50 mil pts/ha y la más tardía con 70 mil pts/ha; coincidiendo con López (1991), quien indica que a medida que se incrementan las densidades aumenta la protandria, ocurriendo la floración femenina con un débil retraso y produciéndose gran heterogeneidad en la población de individuos.

En esta variable se encontró significancia para la Interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad (Figura 2), en el nivel de nitrógeno 75 kg/ha se encontró la floración más temprana con las variedades Catacamas 9043, Across 8243 con 30 y 50 mil pts/ha y en la variedad NB-6 con 30 mil pts/ha. Esto coincide con Benavides & Siles (1990), quienes afirman que la siembra densa especialmente con baja dosis de nitrógeno retrasa la floración femenina.

En el nivel de nitrógeno 150 kg/ha se encontró la floración más temprana para las variedades Catacamas 9043 con 30 mil pts/ha, Across 8243 con 30 y 50 mil pts/ha y NB-6 con 30 mil pts/ha; la floración más tardía se presentó en las variedades Catacamas 9043 con 50 y 70 mil pts/ha, Across 8243 con 70 mil pts/ha y NB-6 con 50 y 70 mil pts/ha (Anexo 2).

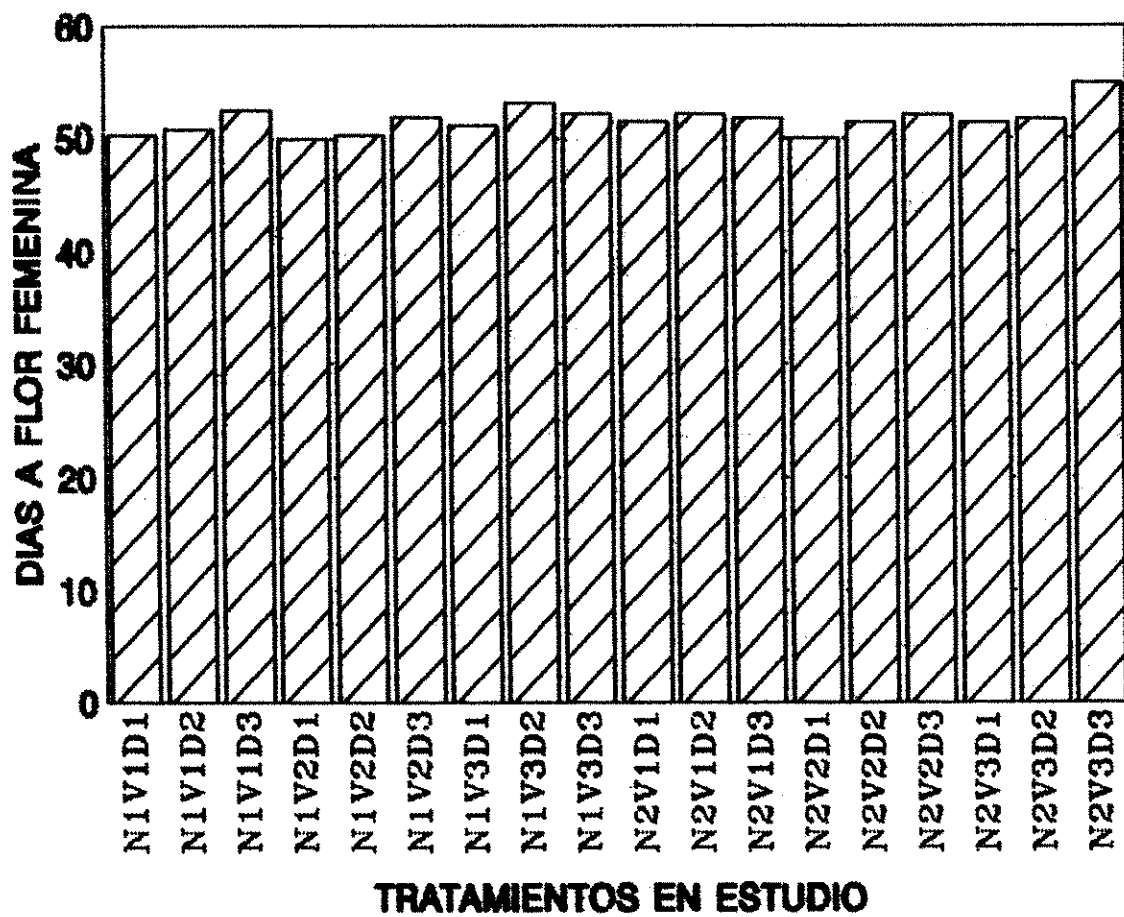


Figura 2. Días a flor femenina, Interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad

Tabla 6. Influencia de los factores en estudio sobre los días a floración masculina y femenina

FACTOR	DIAS A FLOR MASCULINA	DIAS A FLOR FEMENINA
NITROGENO 75	47 a	51 a
(kg/ha) 150	47 a	52 a
ANDEVA	N.S	N.S
CATACANAS 9043	47 a	51 b
VARIEDAD ACROSS 8243	46 b	51 b
HB-6	47 a	52 a
ANDEVA	*	*
DENSIDAD 30	46 c	50 c
(miles pts/ha) 50	47 b	51 b
70	48 a	52 a
ANDEVA	*	*
C.V %	1.33	1.46

3.2 Componentes del rendimiento

El rendimiento agrícola de un cultivo, está determinado por los componentes del rendimiento, cuyo comportamiento influye en el rendimiento final; éste viene determinado por factores genéticos cuantitativos que se pueden seleccionar con relativa facilidad (Rivera & Morales, 1997).

3.2.1 Diámetro de mazorca

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

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en diámetro de mazorca para los diferentes niveles de nitrógeno estudiados.

Para el factor variedad se encontró diferencias estadísticas en esta variable, presentándose el mayor diámetro de mazorca en las variedades Across 8243 y NB-6.

En el factor densidad se encontró diferencias significativas (Tabla 7), encontrándose los mayores diámetros de mazorca con las densidades de 30 y 50 mil pts/ha, siendo estas estadísticamente iguales; en segunda categoría se encuentra ubicada la densidad de 70 mil pts/ha. Lo que nos permite afirmar que a medida que se aumenta las densidades de siembra, disminuye el diámetro de mazorca; esto coincide con López (1991).

En esta variable se encontró interacción para los factores Variedad x Densidad, siendo la variedad Across 8243 con una densidad de 30 mil pts/ha, la que presentó el mayor diámetro (Anexo 3).

3.2.2 Longitud de mazorca

La longitud de mazorca es una variable de mucha importancia, debido a que ésta influye en los rendimientos del maíz. La longitud de mazorca está influenciada por condiciones ambientales de clima, suelo y nutrientes (Flores, 1996).

El nitrógeno no presentó diferencias significativas; sin embargo, existe una ligera tendencia en aumentar la longitud de mazorca a medida que se incrementan las dosis de nitrógeno; coincidiendo de esta manera con Baca (1989), quien no encontró diferencias significativas para esta variable en los diferentes niveles de nitrógeno estudiados. En desacuerdo con Flores (1996), que indica que a medida que se incrementa la fertilización nitrogenada la longitud de mazorca aumenta.

En cuanto al factor variedad los resultados no presentaron diferencias significativas, mostrando el mismo comportamiento las tres variedades estudiadas.

Para el factor densidad se encontró diferencias significativas para esta variable, encontrándose la mayor longitud con la menor densidad (30 mil Pts/ha) y la menor longitud con la mayor densidad poblacional (70 mil Pts/ha); coincidiendo con López (1991), quien cita en su estudio que a medida que se incrementan las densidades disminuye la longitud de mazorca (Tabla 7).

3.2.3 Número de hileras/mazorca

La fisiología del maíz, está determinada en gran medida por el factor genético, la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales sólo hasta cierto punto. El número de hileras por mazorca es una variable que teniendo una nutrición normal aumenta la masa relativa de la mazorca (Parsons, 1981 citado por Contreras, 1994).

Para esta variable no se encontró diferencias significativas para los niveles de nitrógeno evaluados (Tabla 7); en acuerdo con Rivera & Morales (1997), quienes demostraron en estudios similares que no encontraron diferencias significativas para esta variable, en cuanto al factor nitrógeno.

Para el factor variedad no se encontraron diferencias significativas en esta variable.

En cuanto al factor densidad no se encontraron diferencias significativas en esta variable; sin embargo se muestra un ligero aumento en el número de hileras por mazorca en las poblaciones de 70 mil pts/ha; En desacuerdo con Rivera & Morales (1997), quienes encontraron significancia en este factor.

3.2.4 Número de granos/hilera

Una buena nutrición de nitrógeno influye en el número de granos por cada hilera de la mazorca de maíz, reflejándose en los rendimientos finales (Lemcoff & Loomis, 1986 citado por Contreras, 1994).

En cuanto al factor nitrógeno no se presentó diferencias significativas para el número de granos por hilera (Tabla 7); sin embargo existe un ligero aumento en granos por hilera conforme se aumentan los niveles de nitrógeno.

Nuestros resultados coinciden con estudios realizados por Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron significancia en este factor, probando diferentes niveles de nitrógeno.

En el estudio del factor variedad no se presentó diferencias significativas para esta variable.

El factor densidad presentó diferencias significativas, obteniéndose el mayor número de granos en las poblaciones de 30 y 50 mil Pts/ha. Esto indica que al incrementarse las densidades decrece el número de granos por hilera; coincidiendo con los resultados obtenidos por Rivera & Morales (1997).

Tabla 7. Influencia de los factores en estudio sobre las características de las mazorcas

FACTOR	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	HILERAS POR MAZORCA	GRANOS POR HILERA	
NITROGENO (kg/ha)	75	4.7 a	16.2 a	14 a	35 a
	150	4.9 a	16.9 a	15 a	37 a
ANDEVA	N.S	N.S	N.S	N.S	
VARIEDAD	CATACANAS 9043	4.76 b	16.5 a	14 a	35 a
	ACROSS 8243	4.86 a	16.7 a	14 a	36 a
	HB-6	4.82 ab	16.4 a	15 a	36 a
ANDEVA	*	N.S	N.S	N.S	
DENSIDAD (miles pts/ha)	30	4.908 a	17.13 a	14 a	37 a
	50	4.868 a	16.61 b	14 a	37 a
	70	4.670 b	15.84 c	15 a	35 b
ANDEVA	*	*	N.S	*	
C.V %	2.13	3.15	2.20	5.15	

3.2.5 Plantas cosechadas

Esta variable es de mucha importancia para la obtención de mayores rendimientos, debido que al aumentar el número de plantas cosechadas, también se incrementan los rendimientos; esto resulta evidente al lograr el número óptimo de plantas por unidad de superficie (Tapia, 1980)

En el factor nitrógeno se encontró diferencias significativas para los niveles evaluados (Tabla 8); presentándose el mayor número de plantas cosechadas con el nivel de 75 kg N/ha; en desacuerdo con Cuadra (1988) y Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron diferencias significativas para el factor nitrógeno en esta variable.

En el factor variedad se presentaron diferencias significativas, encontrándose mayor número de plantas cosechadas en la variedad Across 8243; en segunda categoría se encuentran las variedades Catacamas 9043 y NB-6.

En cuanto al factor densidad se encontró diferencias significativas para esta variable, aumentando el número de plantas cosechadas a medida que se incrementan las densidades.

Para esta variable se encontró interacción en los factores Nitrógeno x Densidad; encontrándose la mayor cantidad de plantas cosechadas con la dosis de 75 kg N/ha y densidad de 70 mil pts/ha (Anexo 4).

También se encontró interacción en los factores Variedad x Densidad, encontrándose el mayor número de plantas cosechadas en la variedad Across 8243 con densidad de 70 mil pts/ha. (Anexo 5)

3.2.6 Número de plantas acamadas

La resistencia que presenta la planta de maíz depende en gran medida del diámetro del tallo (Contreras, 1994). Altos niveles de nitrógeno ocasionan una mayor producción de tejidos y altas densidades disminuyen el diámetro del tallo, estos factores tienen una influencia en el incremento de la susceptibilidad al acame en la planta de maíz (Celiz & Duarte, 1996).

En el factor nitrógeno no se encontró diferencias significativas para esta variable; sin embargo existe una mayor cantidad de plantas acamadas con la dosis de 75 kg N/ha (representando el 8.7% del total de plantas cosechadas). En desacuerdo con Aldrich & Leng (1974), citado por Baca (1989), quienes señalan que a medida que se incrementan las dosis de nitrógeno desde cero hasta 180 kg N/ha se incrementa el vuelco del maíz.

Para el factor variedad se presentó diferencias significativas para esta variable, mostrando mayor incidencia de plantas acamadas la variedad NB-6 (12% del total de plantas cosechadas) y en segunda categoría las variedades Catacamas 9043 y Across 8243 (6.7 y 6.1% respectivamente del total de plantas cosechadas).

En el factor densidad se encontró diferencias significativas en esta variable, presentando la mayor cantidad de plantas acamadas la densidad de 70 mil pts/ha; sin embargo, con respecto al número de plantas cosechadas presentó el menor porcentaje (8.1%); coincidiendo con López (1991), quien señala que altas densidades incrementa la sensibilidad al encamado (Tabla 8).

3.2.7 Mazorcas cosechadas

Esta variable es de mucha importancia debido a que esta directamente relacionada con los rendimientos.

Condiciones ambientales y edáficas óptimas, más un adecuado manejo agronómico, tienen efectos favorables en el normal desarrollo y crecimiento del vegetal. En la planta de maíz estas condiciones favorecen el desarrollo de las yemas vegetativas y reproductivas, asegurando así un mayor número de mazorcas por unidad de área; además, está influenciada por la densidad poblacional usada y por las características de la variedad (Orozco, 1996).

El factor nitrógeno no mostró diferencias significativas en esta variable (Tabla 8); sin embargo, presentó mayor relación mazorcas cosechadas / plantas cosechadas el nivel de 150 kg N/ha (0.9 mazorcas/pts). coincidiendo con Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron significancia en los niveles de nitrógeno estudiados.

Para el factor variedad se encontró diferencias significativas, mostrando la variedad Across 8243 el mayor número de mazorcas cosechadas; en segunda categoría se encuentran las variedades Catacamas 9043 y NB-6 que son estadísticamente iguales.

En el factor densidad se presentó diferencias significativas, encontrándose mayor número de mazorcas cosechadas en la densidad de 70 mil Pts/ha y el menor número en la densidad de 30 mil Pts/ha; sin embargo, la menor densidad mostró el valor más alto en la relación mazorcas cosechadas / plantas cosechadas (1.04%). coincidiendo con Tanaka & Yamaguchi, 1984 citado por Tórrez (1993), quienes indican que el número de mazorcas cosechadas se incrementa al aumentar las densidades poblacionales.

3.2.8 Número de mazorcas podridas

Las mazorcas podridas disminuyen la calidad y el rendimiento del grano del maíz. En esta variable influyen muchos factores como ataque de plagas, humedad, altas aplicaciones de nitrógeno y altas densidades poblacionales (Poey, 1973 citado por Pérez & Olivares, 1997).

Para esta variable no se encontró diferencias significativas en los niveles de nitrógeno estudiado; coincidiendo con Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron significancia para esta variable estudiando diferentes niveles de nitrógeno.

En el factor variedad se encontró diferencias significativas, mostrando el nivel más alto de mazorcas podridas la variedad Across 8243 y en segunda categoría las variedades Catacamas 9043 y NB-6.

Para el factor densidad se encontraron diferencias estadísticas, presentando el mayor número de mazorcas podridas la densidad de 70 mil pts/ha y el menor número la densidad de 30 mil pts/ha, lo que demuestra que al aumentar las densidades se incrementa el número de mazorcas podridas (Tabla 8).

En esta variable se presentó interacción entre los factores Variedad x Densidad; encontrándose el mayor número de mazorcas podridas en la variedad Across 8243 con densidad de 70 mil pts/ha y el menor número de mazorcas podridas en la variedad NB-6 con densidad de 30 mil pts/ha (Anexo 6).

Tabla B. Influencia de los factores en estudio sobre las plantas cosechadas y acamadas por hectárea, mazorcas cosechadas y podridas por hectárea

FACTOR		PLANTAS COSECHADAS	PLANTAS ACAMADAS	MAZORCAS COSECHADAS	MAZORCAS PODRIDAS
NITROGENO (KG/HA)	75	45,671 a	4,000 a	38,813 a	11,320 a
	150	43,186 b	3,000 a	40,512 a	9,723 a
ANDEVA		*	N.S	N.S	N.S
VARIEDAD	CRYSALMAS 9043	44,768 b	3,000 b	41,064 b	10,621 b
	ACROSS 8243	48,758 a	3,000 b	43,201 a	12,550 a
	BB-6	41,435 c	5,111 a	37,027 b	8,905 b
ANDEVA		*	*	*	*
DENSIDAD (miles pts/ha)	30	27,592 c	2,444 b	28,773 c	6,399 c
	50	46,435 b	3,833 ab	41,660 b	10,417 b
	70	59,259 a	4,833 a	48,782 a	14,904 a
ANDEVA		*	*	*	*
C.V %		7.67	72.33	8.95	32.46

3.2.9 Peso de 250 granos

Los granos de maíz (Cariópside) se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga (FAO, 1993).

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 variedades y las condiciones del medio ambiente (López, 1991).

El factor nitrógeno no presentó diferencias significativas en esta variable (Tabla 9); sin embargo existe un ligero aumento en el peso del grano a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno. Coincidiendo con Baca (1989) y Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron respuesta significativa en este factor.

En el factor variedad no se encontró diferencias significativas, comportandose las variedades estudiadas de la misma manera.

Para el factor densidad se encontró diferencias significativas, presentando el mayor peso de grano la densidad de 30 mil pts/ha y el menor peso la densidad de 70 mil pts/ha; por lo que podemos afirmar que a medida que se incrementan las densidades, disminuye el peso del grano. Lo que no coincide con los resultados obtenidos por Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron significancia para este factor.

3.2.11 Rendimiento de grano (kg/ha)

La formación del rendimiento tiene lugar a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo, desde la emergencia de la planta hasta la formación del último órgano, con la influencia de los factores ambientales (López, 1991). El rendimiento también está influenciado por los nutrientes, siendo el nitrógeno uno de los más importantes (Salgado, 1990).

El rendimiento en grano del maíz se incrementó significativamente al aumentar las dosis de nitrógeno (tabla 9); esto es debido a que al aumentar la dosis de nitrógeno, aumentó el número de granos/hilera, número de hileras por mazorca, peso de grano y biomasa total, reflejándose un aumento del rendimiento en grano cuando se utilizó el nivel de 150 kg N/ha, obteniéndose rendimientos de 6,281 kg/ha.

Nuestros resultados coinciden con los reportados por Ballesteros (1972), Baca (1989), y Salgado (1990), quienes encontraron significancia a las aplicaciones de nitrógeno. En desacuerdo con los resultados de Rivera & Morales (1997), quienes no obtuvieron diferencias significativas para este factor.

El factor variedad presentó diferencias estadísticas, obteniéndose los mayores rendimientos de grano con la variedad Across 8243, siendo estadísticamente igual a Catacamas 9043; en segunda categoría se encontró la variedad NB-6.

En el factor densidad se encontró diferencias significativas, presentando los mayores rendimientos la densidad de 70 y 50 mil pts/ha y el menor rendimiento la densidad de 30 mil Pts/ha; esto permite observar que los mejores rendimientos obtenidos fueron con altas densidades poblacionales, lo que permite obtener un mayor número de plantas cosechadas. Coincidiendo con López (1991), quien cita que con el aumento de las densidades se incrementa fuertemente el índice del área foliar antes de la fecundación, explicándose el aumento de los rendimientos.

En esta variable se encontró interacción para los factores en estudio (Nitrógeno x Variedad x Densidad), reflejados en la figura 3, presentando los mayores rendimientos la dosis de 150 kg N/ha, variedad Across 8243 y una densidad de 70 mil pts/ha, la cual es estadísticamente igual a la variedad Across 8243 y NB-6 con poblaciones de 50 mil pts/ha y Catacamas 9043 con 70 mil pts/ha encontrándose estas dentro de la dosis de 150 kg N /ha (Anexo 7).

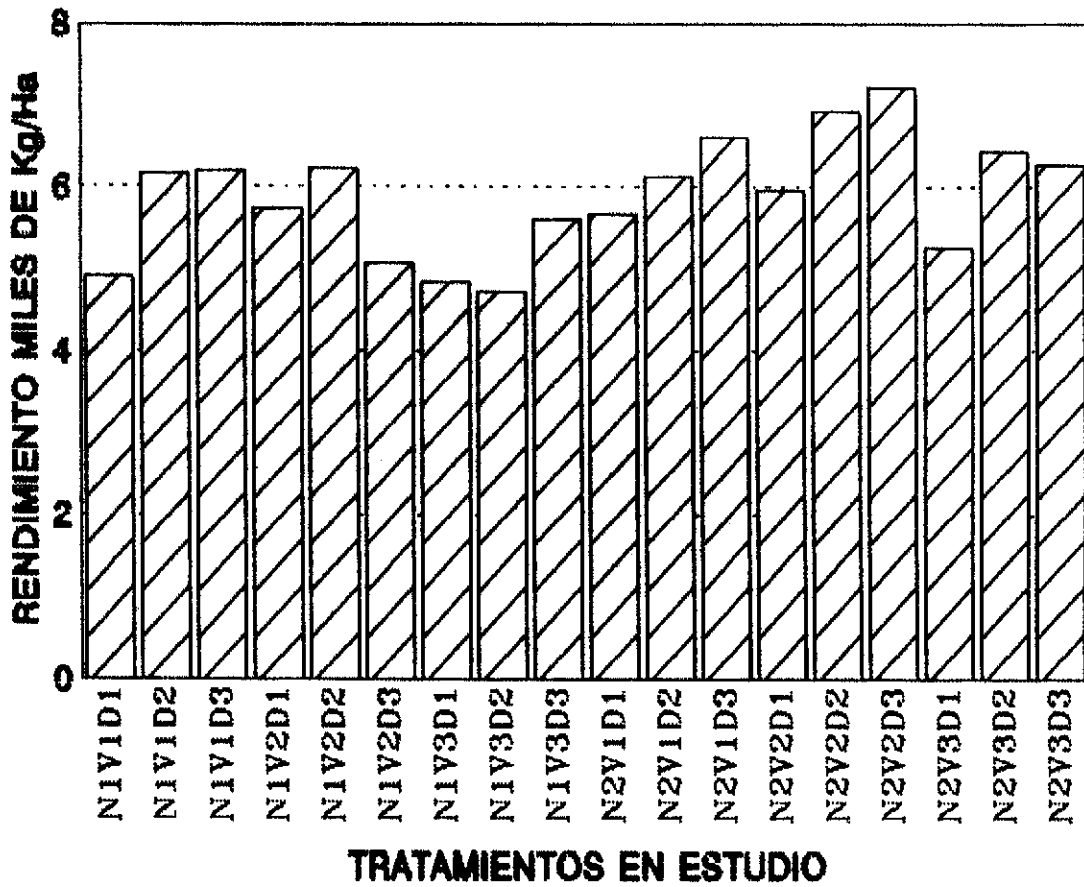


Figura 3. Rendimiento de grano, interacción Nitrógeno x Variedad x Densidad (kg/ha)

3.2.12 Biomasa Total

La producción de materia seca en la planta de maíz, tiene un rápido incremento a partir de la elongación del tallo, que se prolonga hasta poco después de la floración femenina, momento en que los órganos vegetativos aéreos alcanzan el máximo peso seco. Concluida la fecundación y tras un período de letargo, variables según las variedades y el medio, el ritmo de formación de materia seca aumenta de nuevo principalmente en el grano; su distribución y cantidad en la planta depende de sus características genéticas, condiciones ambientales (Clima y Fertilidad del Suelo) y las técnicas de cultivo como Densidad de plantas, Fertilización, etc (López, 1991).

Esta variable no presentó diferencias significativas en los niveles de nitrógeno evaluados; sin embargo existe un aumento en la producción de biomasa con la dosis de 150 kg N/ha. Estos resultados coinciden con Rivera & Morales (1997), quienes no encontraron significancia para este factor.

Las variedades presentaron diferencias significativas, encontrándose la mayor producción de biomasa en la variedad Across 8243, seguida por las variedades Catacamas 9043 y NB-6 comportándose estas últimas estadísticamente iguales.

Para el factor densidad se encontró diferencias significativas en esta variable, encontrándose la mayor producción de biomasa con la densidad de 70 y 50 mil pts/ha; observándose que con las mayores poblaciones en estudio hubo un incremento en la producción de biomasa al incrementarse el número de plantas cosechadas (Tabla 9).

Tabla 9. Influencia de los factores en estudio sobre el peso de 250 granos, peso de campo de 6 mazorcas, rendimiento de grano y la producción de biomasa

FACTOR	PRSO DE 250 GRANOS (gr)	RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha)	BIOMASA TOTAL (t/ha)	
NITROGENO (kg/ha)	75	68.6 a	5,493 b	11.76 a
	150	73.8 a	6,281 a	14.31 a
ANDEVA	N.S	*	N.S	
CAYACANAS 9043 VARIEDAD	ACROSS 8243	71.3 a	5,943 ab	12.42 b
	HB-6	72.1 a	6,193 a	14.74 a
		70.1 a	5,525 b	11.95 b
ANDEVA	N.S	*	*	
DENSIDAD (miles ptas/ha)	30	73.21 a	5,395 b	11.07 b
	50	72.95 a	6,100 a	14.02 a
	70	67.36 b	6,166 a	14.03 a
ANDEVA	*	*	*	
C.V %	6.22	8.15	16.37	

3.3 Análisis económico de los tratamientos

Los indicadores económicos son importantes para determinar el grado de inversión que se realizará y el beneficio que se obtendrá (Rentabilidad) con la producción.

Los resultados obtenidos del análisis económico de los tratamientos (Figura 4) reflejan que el tratamiento 15 ($N_2V_2D_3$), 150 kg N/ha, Variedad Across 8243 y densidad de 70 mil ptas/ha; aunque mostró altos costos de producción, presentó los niveles más altos de rendimiento y por consiguiente la mayor Tasa de Retorno Marginal (Rentabilidad) con 518.6% (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Trat.	Costos fijos	Costos Variables	Costo total C\$	Rendimiento Kg/ha	Precio C\$/Kg	Beneficio Bruto C\$	Beneficio Neto C\$	TRM Rentabilida
N ₁ V ₁ D ₁	2,782.2	431.9	3,214.2	4,892.0	3.20	15,654.4	12,440.2	387.0
N ₁ V ₁ D ₂	2,782.2	470.37	3,252.6	6,160.0	3.20	19,712.0	16,459.4	506.0
N ₁ V ₁ D ₃	2,782.2	500.8	3,291.1	6,107.0	3.20	19,790.0	16,507.3	501.6
N ₁ V ₂ D ₁	2,782.2	431.9	3,214.1	5,740.0	3.20	18,368.0	15,153.9	471.5
N ₁ V ₂ D ₂	2,782.2	470.4	3,252.6	6,222.0	3.20	19,910.4	16,657.8	512.1
N ₁ V ₂ D ₃	2,782.2	500.8	3,291.1	5,000.0	3.20	16,256.0	12,964.9	393.9
N ₁ V ₃ D ₁	2,782.2	436.7	3,219.0	4,825.0	3.20	15,440.0	12,221.0	379.7
N ₁ V ₃ D ₂	2,782.2	470.4	3,260.6	4,717.0	3.20	15,094.4	11,833.8	362.9
N ₁ V ₃ D ₃	2,782.2	520.1	3,302.3	5,613.0	3.20	17,961.6	14,659.3	443.9
N ₂ V ₁ D ₁	2,782.2	881.0	3,663.2	5,682.0	3.20	18,182.4	14,519.2	396.4
N ₂ V ₁ D ₂	2,782.2	919.5	3,701.7	6,131.0	3.20	19,619.2	15,917.5	430.0
N ₂ V ₁ D ₃	2,782.2	957.9	3,740.1	6,605.0	3.20	21,136.0	17,395.9	465.1
N ₂ V ₂ D ₁	2,782.2	881.0	3,663.2	5,961.0	3.20	19,075.2	15,412.0	420.7
N ₂ V ₂ D ₂	2,782.2	919.5	3,701.7	6,927.0	3.20	22,166.4	18,464.7	498.8
N ₂ V ₂ D ₃	2,782.2	957.9	3,740.1	7,230.0	3.20	23,136.0	19,395.9	518.6
N ₂ V ₃ D ₁	2,782.2	885.8	3,668.0	5,264.0	3.20	16,876.8	13,208.8	360.1
N ₂ V ₃ D ₂	2,782.2	927.5	3,709.7	6,442.0	3.20	20,614.4	16,904.7	455.7
N ₂ V ₃ D ₃	2,782.2	969.1	3,751.4	6,281.0	3.20	20,099.2	16,347.8	435.8

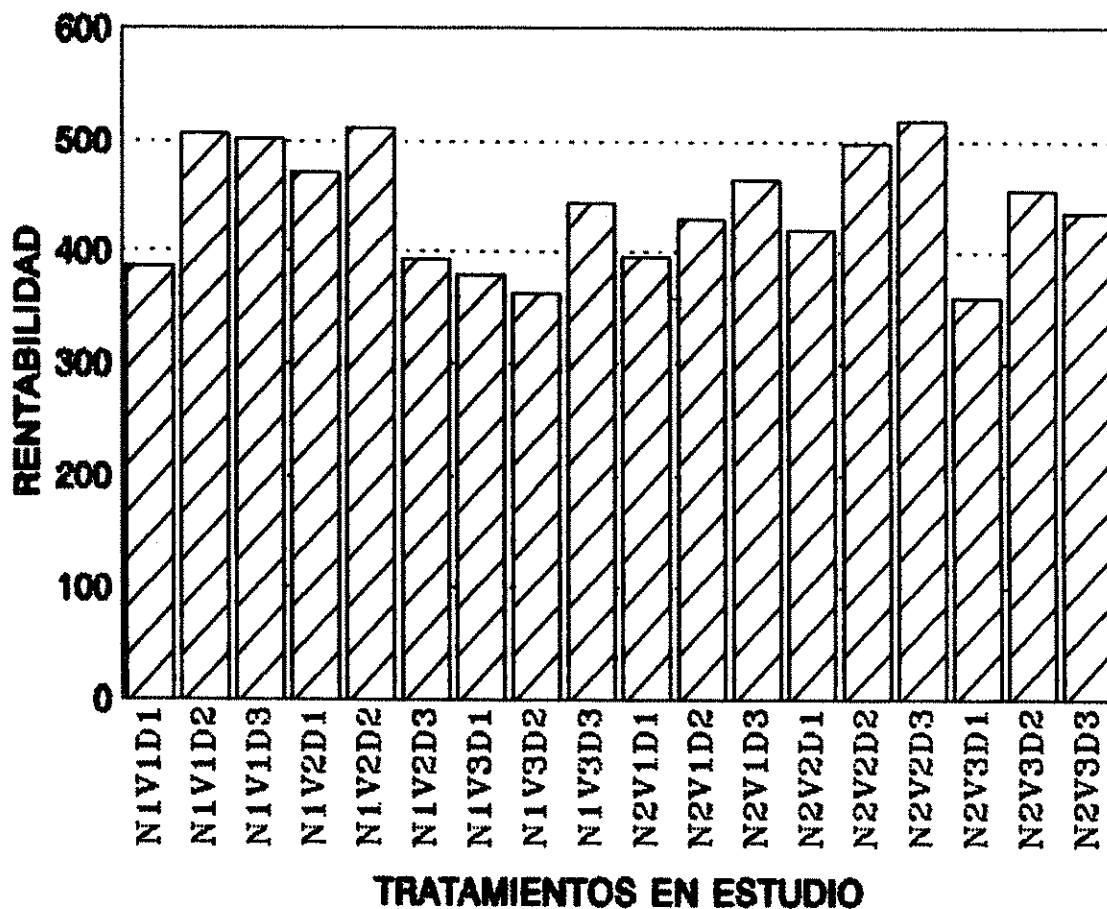


Figura 4. Análisis económico de los tratamientos estudiados

IV. CONCLUSIONES

- La altura de planta e inserción de mazorca no fue influenciada por ninguno de los factores en estudio.

- El número total de hojas por planta y hojas sobre la mazorca no fue influenciado por los diferentes factores evaluados; debido a que ésta es de carácter varietal, lo que demostró que las variedades estudiadas son similares entre sí.

- Los días a flor masculina y femenina no fueron influenciado por el factor nitrógeno, pero sí tuvo influencia de los factores variedad y densidad; siendo la variedad Across 8243 y la densidad de 30 mil pts/ha con la que se obtuvo mayor precosidad.

- En las características de la mazorca (diámetro, longitud, número de hileras por mazorcas y número de granos por hilera), el factor nitrógeno no presentó ninguna influencia; el factor variedad mostró significancia solamente para el diámetro de mazorca, obteniendo el mayor diámetro la variedad Across 8243. En cuanto al factor densidad se presentó significancia en diámetro, longitud y número de granos por hilera, siendo las densidades de 30 mil pts/ha la que presentó los mayores valores. En diámetro de mazorca hubo interacción en los factores Variedad x Densidad, presentando el mayor diámetro la variedad Across 8243 con la densidad de 30 mil pts/ha.

- Las plantas cosechadas fueron influenciadas por el factor nitrógeno, presentando interacción en los factores Nitrógeno x Densidad, presentandose el mayor número de plantas cosechadas con la dosis de 75 kg N/ha y densidad de 70 mil pts/ha. Las plantas acamadas, mazorcas cosechadas y mazorcas podridas no fueron influenciadas por el factor nitrógeno.
- En el factor variedad, Across 8243 presentó el mayor número de plantas y mazorcas cosechadas, así como mazorcas podridas; la variedad NB-6 presentó el mayor número de plantas acamadas.
- La densidad de 70 mil pts/ha presentó los mayores valores en todas estas variables; se presentó interacción Variedad x Densidad en la variable plantas acamadas y mazorcas podridas, siendo la variedad Across 8243 con 70 mil pts/ha la que presentó los mayores valores.
- El rendimiento se vio influenciado por los factores evaluados; presentandose interacción en los factores Nitrógeno x Variedad x Densidad; en la cual la dosis de 150 kg N/ha, variedad Across 8243 y densidad de 70 mil pts/ha presentó los mayores rendimientos y la mayor rentabilidad, siendo esta última de 518.6%.
- El factor nitrógeno no presentó influencia sobre biomasa total; pero sí se vio influenciado por la variedad y la densidad, siendo la variedad Across 8243 y densidad de 50 y 70 mil pts/ha las que presentaron mayor producción de biomasa.

V. RECOMENDACIONES

Al concluir el presente estudio y basados en nuestros resultados, se aportan las siguientes recomendaciones:

- Realizar este estudio en otras localidades con diferentes condiciones climáticas, edáficas y épocas de siembra para comparar resultados.**

- Utilizar el tratamiento de 150 kg N/ha, Variedad Across 8243 y densidad de 70 mil Ptas/ha en condiciones similares donde se realizó el estudio, ya que este presentó los mayores rendimientos y rentabilidad.**

- Validar estos resultados en fincas demostrativas para productores.**

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **BACA, C, P. 1989.** Influencia de cuatro niveles y cuatro formas de fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) Var. NB-3. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 30 Pág.

- **BALLESTEROS, P. 1972.** Efecto de la densidad de población y la fertilización edáfica NPK sobre el rendimiento del maíz "Branquito 2". Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 26 Pág.

- **BENAVIDES, C. D. & R. G. SILES. 1990.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria (ISCA). Managua, Nicaragua. 30 Pág.

- **CELIZ, F. A & R. J, DUARTES. 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 Walp.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 37 Pág.

- **CIMMYT. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D.F. Pág 79.

- 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 Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 45 Pág.

- CUADRA, R. 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. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 39 Pág.

- FAO. 1985 Anuario de Producción.

- FAO. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica en tres variedades de maíz.

- FAO. 1993. El maíz en la nutrición humana. Editorial FAO. Roma. Pág (3-6).

- FLORES, E. F. 1996. Influencia de los cultivos antecesores y control de malezas sobre las poblaciones adventicias y el crecimiento y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), maíz (*Zea mays* L) y pepino (*Cucumis sativus* L). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 83 Pág.

- GONZALEZ. H, F. J. & R. BERVIS. 1993. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L), en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 30 Pág.

- LITZENBERGER, S. C. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y subtropicos. Editorial Agencia Para el Desarrollo Internacional. 1ª Ed. México.
- LOPEZ, B. L. 1991. "Cultivos herbáceos". Ediciones Mundl-Prensa. Madrid, España. Pág (305-391).
- MAG. 1971. Manual práctico para interpretación de los mapas de suelo: Catastro e inventario de recursos naturales. Managua, Nicaragua. Pág 18.
- MAG. 1991. Guía técnica " El Maíz". Managua, Nicaragua. Pág (12-13).
- MAG. 1996. Análisis situacional del maíz. Edición especial. Managua, Nicaragua.
- MIDINRA. 1985. Guía tecnológica para la producción de maíz en secano. Managua, Nicaragua.
- OROZCO, E. U. 1996. Arreglo de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) y maíz (*Zea mays* L) en asocio y monocultivos. Efecto sobre la cenosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 46 Pág.
- PEREZ, M. J. & J. L, OLIVAREZ. 1997. Efecto de diferentes fraccionamiento y momentos de aplicación del nitrógeno,sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L). Var. NB-12. Tesis Ing. Agr. Univeridad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 28 Pág.

- RIVAS, S. P. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L). Var. H-503. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 53 Pág.
- RODRIGUEZ, I. & MURILLO, G. 1996. Descripción de las propiedades y características del suelo en el CNIA. INTA. Managua, Nicaragua. Pág 8.
- RIVERA, S. D. & R. J, MORALES. 1997. Efecto de dos niveles de nitrógeno, tres densidades de siembra, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L). Var. SP-73, SP-76, SR-Sequia. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 47 Pág.
- 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-12. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. (U.N.A). Managua, Nicaragua, 27 Pág.
- SEP/TRILLAS. 1991. Manuales para educación agropecuaria "El Maíz". Editorial TRILLAS.SA. 2ª Ed. México, D.F. Pág (9-29).
- SEP/TRILLAS. 1991. Manuales para Educación Agropecuaria "Cultivos Básicos". Editorial TRILLAS.SA. 2ª Ed. México, D.F.
- SOMARRIBA. R, C. 1995. Manual básico de maíz (*Zea Mays* L). Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 63 Pág.

- TAPIA, B. H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de Semillas. INRA-PROAGRO. Managua, Nicaragua.

- TORREZ, M. C. 1993. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidad sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Managua, Nicaragua. 30 Pág.

- Zamorano, et al. 1996. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo del maíz. Editorial IMPRIMATUR. 1ª Ed. Managua, Nicaragua. Pág (4-5).

VII. ANEXOS

Anexo 1. Dias a flor masculina, interacción Variedad X Densidad

VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)					
	30		50		70	
CATACANAS 9043	47	a	47	a	48	a
ACROSS 0243	45	c	46	bc	47	a
NB-6	46	b	47	a	48	a

Anexo 2. Dias a flor femenina, interacción Nitrogeno X Variedad X Densidad

FACTORES			CATEGORIAS
NITROGENO (kg/ha)	VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)	
75.	CATACANAS 9043	30	50.33 ef
		50	50.67 def
		70	52.33 bc
	ACROSS 0243	30	50.00 f
		50	50.33 ef
		70	51.67 bcde
	NB-6	30	51.00 cdef
		50	53.00 b
		70	52.00 bcd
150	CATACANAS 9043	30	51.33 cdef
		50	52.00 bcd
		70	51.67 bcde
	ACROSS 0243	30	50.00 f
		50	51.33 cdef
		70	52.00 bcd
	NB-6	30	51.33 cdef
		50	51.67 bcde
		70	55.00 a

Anexo 3. Diametro de mazorca (cm), interaccion Variedad X Densidad

VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)					
	30		50		70	
CATACANAS 9043	4.8	bc	4.9	b	4.6	d
ACROSS 8243	5.1	a	4.85	b	4.7	cd
WB-6	4.9	b	4.9	b	4.7	cd

Anexo 4. Plantas cosechadas, Interaccion Nitrogeno X Densidad

NITROGENO	DENSIDAD (miles pts/ha)					
	30		50		70	
75 kg N/ha.	27,939	d	47,407	c	61,666	a
150 kg N/ha.	27,244	d	45,462	c	56,851	b

Anexo 5. Plantas cosechadas, interaccion Variedad X Densidad

VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)					
	30		50		70	
CATACANAS 9043	28,749	e	45,833	d	59,722	b
ACROSS 8243	27,360	e	52,638	c	66,249	a
WB-6	27,360	e	42,499	d	54,444	c

Anexo 6. Mazorcas podridas, interacción Variedad X Densidad

VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)					
	30		50		70	
CATACANAS 9043	11,170	b	12,000	b	14,500	b
ACROSS 8243	9,167	bc	13,170	b	24,830	a
WB-6	5,833	c	12,330	b	14,500	b

Anexo 7. Rendimiento de grano kg/ha (15% h₂O), interacción Nitrogeno X Variedad X Densidad

FACTORES			CATEGORIAS
NITROGENO (kg/ha)	VARIEDAD	DENSIDAD (miles pts/ha)	
75	CATACANAS 9043	30	4,892 gh
		50	6,160 bcde
		70	6,187 bcde
	ACROSS 8243	30	5,740 cdefg
		50	6,222 bcd
		70	5,080 fgh
	NB-6	30	4,825 gh
		50	4,717 h
		70	5,613 defgh
150	CATACANAS 9043	30	5,682 cdef
		50	6,131 bcde
		70	6,605 abc
	ACROSS 8243	30	5,961 cdef
		50	6,927 ab
		70	7,230 a
	NB-6	30	5,274 efgh
		50	6,442 abcd
		70	6,281 bcd

Anexo 8. Características agronómicas de las variedades en estudio

CARACTERÍSTICAS	CAYACANAS 9043	ACROSS 8243	HR-6
DÍAS A FLOR MASCULINA (50%)	51	51	50
DÍAS A FLOR FEMENINA (50%)	51	53	51
ALTURA DE PLANTA cm	205-215	185-195	160-170
ALTURA DE MAZORCA cm	105-110	95-110	90-100
COLOR DEL GRANO	Blanco	Blanco	Blanco
DÍAS A COSECHA	120	120	115
MADUREZ RELATIVA	Intermedia	Intermedia	Intermedia
RENDIMIENTO POTENCIAL (kg/ha)	4,090.9	4,090.9	3,181.8