

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) HÍBRIDO H-INTA-991, MASATEPE, MASAYA

AUTORES:

Br. MAURICIO MARTÍNEZ MAYORGA
Br. MELVIN PÉREZ MEDINA

ASESORES:

Ing. M.Sc. ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ
Ing. M.Sc. ALEJANDRO PONCE

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2004

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) HÍBRIDO H-INTA-991, MASATEPE, MASAYA

Presentado a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito
para optar al grado de *Ingeniero Agrónomo*
con orientación en Fitotecnia

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2004

DEDICATORIA

Ante todo a *Dios* y nuestro señor Jesucristo por ser el creador de todo en cuanto existe y por concederme la inteligencia necesaria para hacer posible lo que con mucho anhelo un día me propuse alcanzar: mi *Título de Ingeniero Agrónomo*.

A mi mamá Thelma Mayorga Maltez y al Sr. Juan Balitán Alemán quienes se empeñaron en aunar esfuerzos para brindarme su apoyo incondicional, tanto económico como moral, lo que ha sido sustantivo en mi vida como estudiante, por tal razón me es grato agradecerles en gran manera.

A mis amigos por demostrarme confianza, y por los oportunos consejos que han impactado en el desarrollo de mi carrera profesional.

Br. Mauricio Martínez Mayorga

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado primeramente a *Dios* por permitirme lograr culminar mis estudios, lo cual ha sido una de mis metas propuestas en la vida.

A mi madre Saida Olivia Medina y a mi padre Filadelfo José Pérez quienes con mucho amor y sacrificio siempre estuvieron a mi lado para que fuera posible la culminación de mis estudios universitarios y de este *Trabajo de Diploma*, pues sin su apoyo económico y moral no hubiese sido posible.

A mi hermana Scarlett del Rosario Pérez y su esposo Roberto Tapia M. quienes siempre me brindaron su apoyo moral y levantaron en mí, ánimos de superación para lograr que este sueño se cumpliera.

A mis amigos por haberme brindado su ayuda moral para lograr la culminación de este *Trabajo de Diploma*.

Br. Melvin Pérez Medina

AGRADECIMIENTO

Principalmente a *Dios* por darnos la vida y la sabiduría necesaria durante todo el proceso educativo, para culminar hoy con nuestro *Trabajo de Diploma*.

Al *Ing. M.Sc. Alvaro Benavides González*, por su asesoramiento durante todo el período de Investigación, quien depositó su confianza en nosotros permitiéndonos el uso de equipos y materiales didácticos necesarios para la culminación de este trabajo.

Al *Ing. M. Sc. Alejandro Ponce del INTA, Masatepe*, por su ayuda y asesoramiento en la fase de campo.

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por facilitarnos el equipo y material para realizar dicho trabajo.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por habernos proporcionado el material para realizar el presente estudio.

A nuestros padres que con su ayuda incondicional han hecho posible nuestros estudios universitarios, logrando culminar con el *Título de Ingeniero Agrónomo*.

Br. Mauricio Martínez Mayorga
Br. Melvin Pérez Medina

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
INDICE DE CUADROS	<i>ii</i>
NDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
ANEXO DE FIGURAS	<i>iv</i>
ANEXO DE CUADROS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 Localización del área del experimento	3
2.2 Material genético empleado	4
2.3 Descripción del experimento y tratamientos	5
2.4 Descripción del manejo agronómico del ensayo	6
2.5 Variables utilizadas	7
2.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo	7
2.5.2 Variables de mazorca, grano y rendimiento	8
2.6 Análisis estadístico	9
2.7 Análisis económico de los tratamientos evaluados	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1 Análisis de varianza de los factores estudiados	12
3.1.1 Efecto de bloque	12
3.1.2 Efecto del factor densidad	12
3.1.3 Efecto del factor fertilidad	12
3.1.4 Efecto de la interacción	14
3.2 Comparación de medias en las variables y factores estudiados	14
3.2.1 Variables de crecimiento y desarrollo	14
3.3 Variables de mazorca, grano y rendimiento	19
3.4 Modelos de respuesta del rendimiento	24
3.5 Análisis económico en los tratamientos	26
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
VIII ANEXOS	34

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Propiedades químicas y físicas del suelo en el CECA, Masatepe, Masaya.	4
Cuadro 2. Descripción de características agronómicas del híbrido H-INTA-991.	4
Cuadro 3. Descripción de los factores evaluados	5
Cuadro 4. Dimensiones del área experimental	6
Cuadro 5. Coeficientes de polinomios ortogonales para determinar respuesta	10
Cuadro 6. Significancia estadística ($Pr > F$) y parámetros estadísticos en los factores y variables estudiadas.	13
Cuadro 7. Comparación de valores medios para las variables altura de planta (cm), altura a la primera mazorca (cm) , diámetro del tallo (cm) y longitud de hoja (cm).	16
Cuadro 8. Comparación de valores medios para las variables área foliar (cm^2), número de ramas por panoja, longitud de la panoja (cm), número de plantas cosechadas.	18
Cuadro 9. Comparación de valores medios para las variables peso de mil granos (g), peso de mazorca (g), longitud de mazorca (cm) y número de brácteas en mazorca.	21
Cuadro 10. Comparación de valores medios para las variables, distancia apical (cm), número de granos en hileras y rendimiento (kg ha^{-1})	23
Cuadro 11. Análisis de varianza y modelos polinómicos en el rendimiento (kg ha^{-1}) de tres densidades poblacionales en cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el híbrido H-INTA-991.	24
Cuadro 12. Análisis de dominancia de los tratamientos estudiados	27
Cuadro 13. Análisis marginal de los tratamientos estudiados	27
Cuadro 14. Análisis de presupuesto parcial para la siembra de una hectárea del híbrido INTA-991	28

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Promedios de temperatura y precipitación total en Masatepe, departamento de Masaya. INETER, 2004.	3
Figura 2.	Efecto de interacción en el rendimiento del híbrido H-INTA-991.	25
Figura 3.	Comportamiento del rendimiento en el híbrido H-INTA-991 en los tratamientos evaluados.	26

ANEXO DE FIGURAS

		Página
Figura 1A.	Valores medios de los efectos principales en la variable número de entrenudos.	35
Figura 2A.	Valores medios de los efectos principales en la variable ancho de hoja.	35
Figura 3A.	Valores medios de los efectos principales en la variable número de ramas primarias.	35
Figura 4A.	Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del eje principal.	36
Figura 5A.	Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del pedúnculo.	36
Figura 6A.	Valores medios de los efectos principales en la variable número de hojas.	36
Figura 7A.	Valores medios de los efectos principales en la variable espesor del grano.	37
Figura 8A.	Valores medios de los efectos principales en la variable ancho del grano.	37
Figura 9A.	Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.	37
Figura 10A.	Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.	38
Figura 11A.	Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de brácteas.	38
Figura 12A.	Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de grano.	38

ANEXO DE CUADROS

		Página
Cuadro 1A.	Valores medios de la interacción de la variable altura de planta y altura a la primera mazorca	39
Cuadro 2A.	Valores medios de la interacción de la variable diámetro de planta y número de entrenudos	39
Cuadro 3A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud de hoja y ancho de hoja	39
Cuadro 4A.	Valores medios de la interacción de la variable área foliar y número de ramas primarias en la panoja	39
Cuadro 5A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud del eje principal de la panoja y longitud del pedúnculo de la panoja	39
Cuadro 6A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud de la panoja y número de hojas en el tallo	40
Cuadro 7A.	Valores medios de la interacción de la variable número de plantas cosechadas y número de mazorcas en la parcela útil	40
Cuadro 8A.	Valores medios de la interacción de la variable peso de mil granos y peso de la mazorca	40
Cuadro 9A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud de mazorca y diámetro de mazorca	40
Cuadro 10A.	Valores medios de la interacción de la variable peso del olote y número de brácteas	40
Cuadro 11A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud de bráctea y distancia apical	41
Cuadro 12A.	Valores medios de la interacción de la variable número de hileras y número de granos en hilera	41
Cuadro 13A.	Valores medios de la interacción de la variable longitud de grano y ancho de grano	41

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), Masatepe, Masaya; situado a 450 msnm, 12° 19' LN y 86° 04' LO, con el objetivo de contribuir a la producción del maíz evaluando el efecto de tres densidades de siembra (35,000, 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹) y cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 75, 150 y 225 kg ha⁻¹ de Urea 46%) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz híbrido HN-INTA-991. El ensayo se estableció en junio del año 2003 y se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglos en Parcelas Divididas con cuatro réplicas. A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza, y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$). También se determinó la respuesta del rendimiento ante la fertilización nitrogenada (Urea 46%) para cada densidad mediante polinomios ortogonales.

Los resultados del estudio determinó que el factor densidad mostró efecto significativo sobre la altura y diámetro de la planta; de igual manera tuvo efecto sobre el número de ramas primarias en la panoja y rendimiento de granos, principalmente. De igual manera, la altura a la primera mazorca, área foliar, longitud de panoja, distancia apical y rendimiento de granos, entre otras variables, fueron afectadas por los niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%). Los niveles de nitrógeno (Urea 46%) y la densidad de 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹ presentaron respuesta lineal y cuadrática, respectivamente. Por otro lado, los resultados del análisis económico determinaron que la mejor relación beneficio-costos se obtiene al hacer uso de la dosis de 75 kg ha⁻¹ con las densidades poblacionales de 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta originaria de América y uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente (Reyes, 1990), juega un papel importante en el ámbito mundial, ocupa el tercer lugar entre los cereales y se cultiva en muchos países más que cualquier otro cultivo. En Nicaragua, constituye uno de los cultivos básicos, no sólo por la superficie destinada a la producción sino por el potencial que presenta en sus múltiples usos y la capacidad de asociarse con otros cultivos que son utilizados como abono verde, forraje y en muchos casos como alimento (Jugenheimer, 1990).

El Salvador, Guatemala y Honduras son países centroamericanos que utilizan los mayores volúmenes de semilla certificada de híbridos de maíz, además de tener la mayor productividad por unidad de superficie (Heisey & Edmeades; citados por Urbina y Bird, 2002). En Nicaragua los rendimientos históricos del cultivo del maíz por unidad de superficie oscilan en un rango comprendido entre 1161.70 y 1290.78 kg ha⁻¹; sin embargo, a pesar de los fenómenos naturales que han afectado la actividad agrícola, se observa a través del tiempo una mayor producción, debido principalmente al aumento de las áreas sembradas y no precisamente a incrementos en la productividad (MAG-FOR, 2002; citados por Urbina y Bird, 2002). Los bajos rendimientos según la FAO (1990), se debe al poco uso de semilla certificada y deficiente manejo agronómico (distancia de siembra y fertilización nitrogenada).

El factor económico afecta a los productores para adquirir semilla certificada e insumos necesarios para sus actividades agrícolas. Asimismo, el desconocimiento productivo, fitosanitario, y adaptación de los nuevos híbridos y variedades de polinización libre por parte de los agricultores es otro aspecto del poco uso de materiales genéticos mejorados (INTA, 2000).

Tomando en consideración lo anterior, se hace necesario establecer experimentos en las condiciones agroecológicas de los agricultores y evaluar distancias de siembra y niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%), para conocer el potencial agronómico de las variedades sintéticas e híbridos. Es por eso que el presente estudio pretende aportar información sobre el híbrido H-INTA-991 tomando en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Contribuir al incremento de la producción de maíz mediante la evaluación de tres densidades de siembra y cuatro niveles de nitrógeno (Urea 46%), sobre el híbrido H-INTA-991 en Masatepe, Masaya.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de tres densidades poblacionales sobre las variables agronómicas en el híbrido H-INTA-991.
- Determinar el efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%), sobre las variables agronómicas en el híbrido H-INTA-991.
- Establecer la relación que existe entre la densidad de población y la fertilización nitrogenada (Urea 46%), sobre las variables agronómica en el híbrido H-INTA-991.
- Establecer la relación de la respuesta en rendimiento de granos del cultivo de maíz en base al nivel de fertilización nitrogenada (Urea 46%), y densidad poblacional.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización del área del experimento

El estudio se realizó en en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), ubicado en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, con Latitud Norte 12° 19' Longitud Oeste 86° 04', y 450 msnm; la precipitación media anual es de 1209 mm, la temperatura y humedad relativa de 23 °C y 84.12%, respectivamente. El suelo es de clase II, de textura franca con una capa de talpetate superficial, buen drenaje, fertilidad de moderada a media, pH de 5.5 a 6.5 (KCl) y 30% de pendiente (Menocal y López, 1994; citados por Contreras y Argüello, 1999).

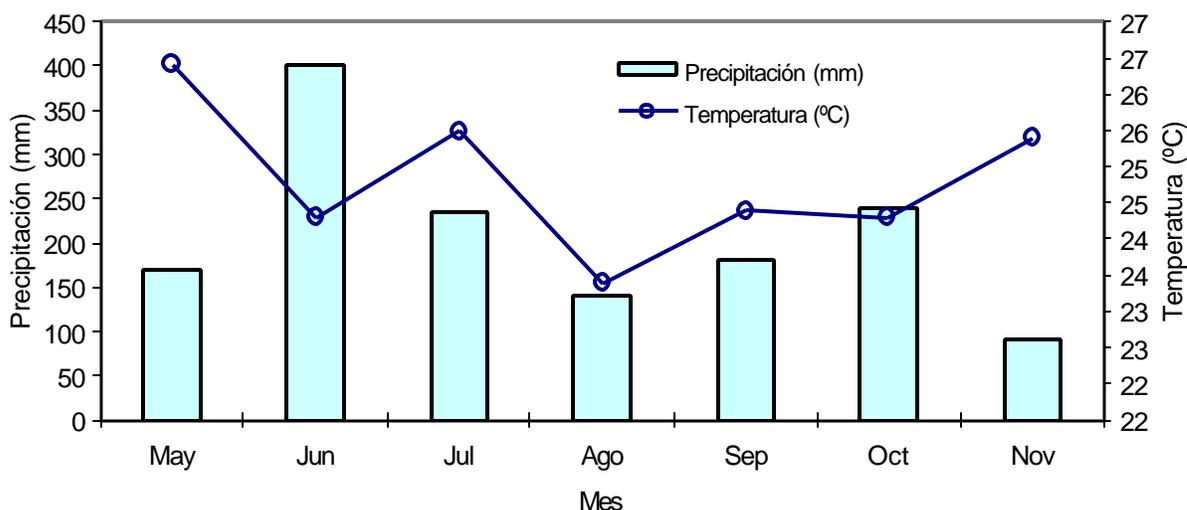


Figura 1. Promedios de temperatura y precipitación total en Masatepe, departamento de Masaya. INETER, 2003.

Según los rangos propuestos por Quintana *et al.*, (1983); citados por el Laboratorio de Suelos y Aguas (2004), los resultados del Cuadro 1 se pueden interpretar de la siguiente manera: pH ligeramente ácido, materia orgánica (MO) media, nitrógeno (N) alto, fósforo (P) muy bajo, potasio (K) medio, calcio (Ca) medio, Magnesio (Mg) alto, hierro (Fe) muy alto, cobre (Cu) muy alto, zinc (Zn) muy alto, manganeso (Mn) medio, boro (B) medio, y suelo franco-arcilloso.

Cuadro 1. Propiedades químicas y físicas del suelo en el CECA, Masatepe, Masaya

Propiedades	Concentración
PH	6.24
Materia orgánica	3.72 %
Nitrógeno	0.18 %
Fósforo	1.54 ppm
Potasio	0.29 meq/ 100 g de suelo
Calcio	2.06 meq/ 100 g de suelo
Magnesio	2.44 meq/ 100 g de suelo
Hierro	59 ppm
Cobre	16 ppm
Zinc	11 ppm
Manganeso	31 ppm
Boro	2.84 ppm

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua (UNA, 2004)

2.2. Material genético empleado

El presente estudio se realizó a través de parcelas experimentales, compuesta por 48 parcelas. El establecimiento del ensayo se realizó en la primera semana del mes de junio del 2003 y se utilizó el híbrido H-INTA-991 como material genético (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de características agronómicas del híbrido H-INTA-991.

Origen	Características agronómicas		Departamento/Localidad
Híbrido de tres líneas.	Floración	56 días	León, Chinandega,
	Altura de planta	230-235 cm	Managua, Masaya,
Progenitores: LN-17, LN-19 y LN-21.	Altura de la mazorca	125- 130 cm	Granada, Rivas, Carazo,
	Forma de la mazorca	Cilíndrica	Madriz, Nueva Segovia,
	Textura del grano	Semicristalina	Matagalpa, Jinotega,
	Cosecha	110-115	Chontales y Nueva Guinea
	Madurez relativa	Intermedia	
	Cobertura de la mazorca	Buena	
	Achaparamiento	Tolerante	
	Rendimiento comercial	80-95 qq mz ⁻¹	

Fuente: INTA (2000)

2.3 Descripción del experimento y tratamientos

Se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglos en Parcelas Divididas con cuatro réplicas. En el estudio se evaluaron tres distancias de siembra (entre plantas) y cuatro niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%), sobre el híbrido H-INTA-991.

El ensayo correspondiente a un bifactorial se organizó de forma tal, que en las parcelas grandes se manejaron las distancias de siembra (densidad poblacional) y en las parcelas pequeñas los cuatro niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%); las distancias de siembra y niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%), se azarizaron en las parcelas grandes y pequeñas, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de los factores evaluados

	Factor A Densidad poblacional (ptas. ha ⁻¹)	Factor B Fertilización nitrogenada (kg ha ⁻¹) *
Nivel	a ₁ . 35,000	b ₁ . 0 **
	a ₂ . 50,000	b ₂ . 75
	a ₃ . 62,500	b ₃ . 150
		b ₄ . 225

* Urea 46%. de forma fracionada (20% al momento de siembra y 80% a los 35 después de la siembra)

** Control (testigo)

Se evaluaron doce tratamientos los que se aplicaron a la unidad experimental al azar, la distancia entre hilera fue de 0.8 metros y las distancias entre planta de 0.35 metros (35 mil ptas. ha⁻¹), 0.25 metros (50 mil ptas. ha⁻¹) y 0.20 metros (62.5 mil ptas. ha⁻¹). Se utilizaron 5 surcos por parcelas con una longitud de 6 metros, de los cuales se tomaron como parcela útil los tres surcos centrales, dejando un metro de borde en el surco para evitar el efecto de orilla o borde.

Los tratamientos se establecieron sobre 48 parcelas experimentales en los cuatro bloques y entre cada bloque se dejó un espacio de 2 metros. El área total fue de 1500.0 m² incluyendo defensas internas y externas. En el Cuadro 4 se describe el área experimental utilizada.

Cuadro 4. Dimensiones del área experimental

Componente	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Total	50.0	30.0	1500.0
Ensayo	48.0	30.0	1440.0
Parcela	6.0	4.0	24.0
Parcela Útil	4.0	2.4	9.6

2.4. Descripción del manejo agronómico del ensayo

El manejo y estudio agronómico se realizó según las recomendaciones propuestas por el INTA (2000), el tipo de labranza es convencional que consistió en dos pases de arado, uno de gradeo y uno de nivelación. La fertilización nitrogenada (Urea 46%), consistió en cuatro niveles que se evaluaron con mayor precisión que las densidades poblacionales, y fue aplicada de forma fraccionada, un 20% de cada dosis en estudio al momento de la siembra y el restante a los 35 días después de la siembra (Cuadro 3). Para el caso de los otros elementos mayores como el P y K, éstos fueron aplicados al momento de la siembra únicamente como base, y las dosis fueron de 40 y 30 kg ha⁻¹, respectivamente.

2.5. Variables utilizadas

2.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Las variables utilizadas fueron recopiladas de Morales (1993) y CIMMYT (1985), y se midieron sobre 15 plantas aleatorizadas en la parcela útil. Dichos descriptores fueron evaluados en época de plena floración. A continuación se presentan las variables utilizadas.

Altura de planta (ALT), se midió en m desde la superficie del suelo hasta el último nudo del tallo principal, muy cerca de la hoja bandera.

Número de hojas (NHO) y número de entrenudos (NEN). Medido en el tallo principal de la planta.

Diámetro del tallo (DTA), medido en mm en la parte media del primer entrenudo.

Altura de inserción de mazorca (APM), medida en m desde la superficie del suelo hasta la inserción de la primera mazorca, generalmente en la parte media del tallo.

Ancho (AHO) y longitud (LHO) de la hoja, medidas en cm en la parte media de la hoja, y desde la lígula hasta el extremo de la hoja, respectivamente.

Área de la hoja (ARH), es el producto obtenido a partir de $AHO \times LHO$ multiplicado por el coeficiente de corrección 0.75, se expresa en cm^2 .

Número de ramas de la panoja (NRP), se contaron las ramas primarias en la panoja.

Longitud del pedúnculo de la panoja (LPP), se midió desde la base del pedúnculo hasta el último nudo del tallo, muy cerca de la hoja bandera.

Longitud de la panoja (LPA), se midió desde la punta de la rama central hasta el pedúnculo de la panoja, muy cerca de la hoja bandera.

Longitud de la parte ramificada de la panoja (LPR), es la distancia en cm entre el punto de inserción de las ramas superiores e inferiores de la panoja.

Número de brácteas (NBR) y distancia apical en la mazorca (DAP), se registró el número de brácteas de las mazorcas, así como también la distancia apical de la tuza (brácteas) en cm.

Plantas cosechadas (PCO), se contó el número de plantas cosechadas en la parcela útil.

2.5.2 Variables de mazorca, grano y rendimiento

Para la medición de estas variables se tomó el promedio de 15 mazorcas en la parcela útil; con excepción del rendimiento, el cual abarcó todas las mazorcas del área de muestreo.

Longitud de la mazorca (LMZ), se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice en cm.

Diámetro de la mazorca (DMZ), se cortó la mazorca transversalmente y se midió en los extremos de la corona de los granos en mm.

Peso de mazorca (PMZ), medida en g en la parcela útil.

Número de hileras por mazorca (NHL), se contó en zonas próximas al centro, debido a que es la franja donde se mantiene la orientación embrionaria.

Número de granos por hilera (NGR), el número de granos se contó en las hileras de cada mazorca.

Longitud (LGR), ancho (DGR) y espesor del grano (EGR), se conformaron a partir del promedio de diez granos de la parte central de las mazorcas.

Peso de mil granos (PMG), se realizó según normas del ISTA (1985). Se determinaron ocho réplicas de 100 semillas, se pesaron y se determinó el promedio, luego se multiplicó por diez para obtener el peso de mil semillas.

Rendimiento (REN). Se determinó a través de la producción de grano en cada una de la parcela útil, ésta se pesó y se ajustó al 14% de humedad (humedad final), reflejada en kg ha^{-1} . La fórmula utilizada es la propuesta por Morales (1993):

$$\text{Rendimiento} = \text{PC} (\% \text{MS}) \% \text{D} (\text{KC}) \text{K}$$

donde,

PC = Peso de mazorcas obtenidas del campo en la parcela útil con su respectivo porcentaje de humedad expresada en kg.

% MS = Porcentaje de materia seca.

$$\% \text{MS} = \frac{100 - \text{Humedad del grano}}{100}$$

% D = Porcentaje de desgrane

$$\% D = \frac{\text{Peso promedio granos/ mazorcas}}{\text{Peso promedio/ mazorcas}} \times 100$$

KC = Factor para llevar el grano al 14% de humedad.

$$KC = \frac{100}{86}$$

K = Constante de área para expresar en kg ha⁻¹, que resulta de dividir una hectárea entre el área de la parcela útil.

$$K = \frac{10000\text{m}^2}{9.6\text{m}^2}$$

2.6. Análisis estadístico

La base de datos fue manejada en hojas electrónicas (Excel) y procesador de texto (Word), procesada y analizada con SAS (v. 8.0).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) sobre las variables evaluadas, estableciéndose el siguiente Modelo Aditivo lineal que comprende a un Diseño en Parcelas Divididas (Pedroza, 1993).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + t_i + e_{ik} + a_j + (ta)_{ij} + e_{ijk}$$

De donde:

Y_{ijk}	Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos
μ	Es el efecto de la media poblacional
β_k	Es el efecto del k-ésimo bloque
t_i	Es el efecto de la i-ésima densidad poblacional (35, 50 y 62.5 mil ptas. ha ⁻¹)
e_{ik}	Es el error para evaluar la parcela grande
a_j	Es el efecto de la j-ésima fertilización nitrogenada (0, 75, 150 y 225 kg ha ⁻¹ de Urea 46%)
$(ta)_{jk}$	Es el efecto de la i-ésima densidad poblacional y la j-ésima fertilización nitrogenada (tratamientos o interacciones)
e_{ijk}	Es el error para evaluar la parcela pequeña

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y para cada variable evaluada se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$), y se determinó su criterio de comparación o mínima diferencia estadística (DSH), tanto en los efectos principales como en los tratamientos.

Para verificar el comportamiento o la tendencia de variables se puso en práctica el análisis de polinomios ortogonales. Según Gutiérrez (2000), el análisis de tendencia por el método de los polinomios ortogonales es una técnica que se utiliza para determinar la regresión cuando la variable independiente (X) se encuentra espaciada a intervalos equidistantes o iguales. Esta técnica se aplicó a los niveles de fertilización nitrogenada (0, 75, 150 y 225 kg ha⁻¹ de Urea 46%), ya que los intervalos equidistantes a partir de cero es de 75 kg ha⁻¹. Para esto se recopilaron los siguientes coeficientes ortogonales, los cuales se pueden utilizar para seleccionar el tipo de ecuaciones de primero, segundo y tercer grado (Cuadro 5).

Cuadro 5. Coeficientes de polinomios ortogonales para determinar respuesta

n = 4		
1er. grado	2do. grado	3er. Grado
- 3	+ 1	- 1
- 1	- 1	+ 3
+ 1	- 1	- 3
+ 3	+ 1	+ 1

Fuente: Montgomery (1991)

2.7 Análisis económico de los tratamientos evaluados

Se utilizó la metodología del Análisis de Experimentos Agrícolas con presupuestos parciales propuestos por CIMMYT (1998) y Reyes (2002):

Costos variables. Se tomó en cuenta cada uno de los tratamientos donde se incluye los insumos (fertilización y semillas).

Costos totales. Se obtuvieron a través de la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

Rendimiento. Es el resultado obtenido de la cosecha de granos, y se expresó en kg ha^{-1} .

Rendimiento ajustado. Es el rendimiento obtenido disminuido en un determinado porcentaje (10%) para hacer más real el resultado en comparación con el obtenido por el agricultor.

Beneficio bruto. Es el resultado obtenido de multiplicar el rendimiento del maíz por su precio de venta.

Beneficio neto. Este es igual al beneficio bruto menos los costos que varían.

Análisis de dominancia. Es un análisis a través del cual, ordenando los tratamientos de menor a mayor, costos variables y sus respectivos beneficios netos se determinó en los tratamientos.

Tratamientos dominados. Es un tratamiento que obtiene mayores costos variables y menores o iguales beneficios netos.

Tasa de retorno marginal. Es la rentabilidad que genera una inversión marginal, expresado en porcentaje.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de varianza de los factores estudiados

3.1.1 Efecto de bloque

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado para el factor bloque demostró diferencias altamente significativas en las siguientes variables de crecimiento y desarrollo: altura de la planta (ALT), diámetro de la planta (DPL), número de ramas primarias en la panoja (NRP), distancia apical en la mazorca (DAP), peso de mil granos (PMG), ancho del grano (AGR) y rendimiento (REN), lo que indica que el bloqueo fue efectivo. En el resto de variables no se presentaron diferencias significativas para este factor (Cuadro 6).

3.1.2 Efecto del factor densidad

Los resultados obtenidos en el factor densidad mostró el mayor número de variables con diferencias altamente significativas, entre estas variables se destacaron: altura de la planta (ALT), diámetro de la planta (DPL), número de ramas primarias en la panoja (NRP), número plantas cosechadas (PCO), número de mazorcas (NMZ), peso de mil granos (PMG), peso de mazorcas (PMZ), longitud de mazorcas (LMZ), granos por hilera (GHI), y rendimiento en kg ha^{-1} (REN). El resto de variables no mostraron diferencias significativas (Cuadro 6).

3.1.3 Efecto del factor fertilidad

El ANDEVA aplicado demostró efecto significativo para las siguientes variables: altura de la primera mazorca (APM), longitud de la hoja (LHO), área de la hoja (ARH), longitud de la panoja (LPA), número de brácteas (NBR), distancia apical (DPA) y rendimiento (REN). En las variables restantes no se encontró diferencias significativas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Significancia estadística ($Pr > F$) y parámetros estadísticos en los factores y variables estudiadas.

Variable	Bloque	Densidad	Fertilidad	Den * Fer	R ²	CV(a)	CV(b)
ALT	0.0390	0.0013	0.1560	0.7156	0.59	2.12	3.91
APM	0.6370	0.1411	0.0014	0.7105	0.69	7.10	5.79
DPL	0.0340	0.0033	0.4618	0.6857	0.64	5.64	6.64
NEN	0.8186	0.3563	0.6775	0.2260	0.55	8.06	5.28
LHO	0.9717	0.3803	0.0355	0.3659	0.67	10.18	4.85
AHO	0.3194	0.3518	0.1769	0.5684	0.68	10.25	5.38
ARH	0.3665	0.1519	0.0050	0.1718	0.77	13.23	6.49
NRP	0.0419	0.0387	0.0795	0.6686	0.39	8.34	10.60
LEP	0.5530	0.3142	0.1142	0.7568	0.59	8.25	5.18
LPE	0.7161	0.6861	0.9266	0.8055	0.37	11.90	9.76
LPA	0.6713	0.0861	0.0159	0.2011	0.68	6.23	4.08
NHO	0.3980	0.5801	0.1101	0.6015	0.63	8.53	4.67
PCO	0.6503	0.0002	0.7714	0.6350	0.85	15.61	13.22
NMZ	0.4910	0.0010	0.7365	0.7410	0.86	12.95	12.88
PMG	0.0069	0.0295	0.4688	0.6462	0.43	4.97	9.84
PMZ	0.0950	0.0429	0.4598	0.8702	0.58	9.20	8.58
LMZ	0.2011	0.0498	0.3525	0.3355	0.57	5.96	5.15
DMZ	0.1408	0.3474	0.2299	0.6268	0.32	3.41	7.36
POL	0.6383	0.7336	0.0878	0.3417	0.55	22.02	15.14
NBR	0.5496	0.5322	0.0142	0.0742	0.71	23.87	11.85
LBR	0.4331	0.6544	0.2259	0.1328	0.52	9.46	8.19
DAP	0.0395	0.8620	0.0039	0.0871	0.58	8.18	17.69
NHI	0.7774	0.9042	0.1652	0.1048	0.60	9.32	5.19
NGH	0.3721	0.0342	0.3991	0.6527	0.45	7.38	8.98
LGR	0.1239	0.1701	0.1540	0.3122	0.59	10.96	9.53
AGR	0.0105	0.1336	0.8721	0.9937	0.16	2.83	9.35
EGR	0.0829	0.3793	0.7686	0.3660	0.44	5.29	6.47
REN	0.0284	0.0074	0.0023	0.0987	0.76	14.04	11.33

Den*Fer = Densidad*Fertilidad, R² = Coeficiente de determinación

CV(a) = Coeficiente de variación en la parcela grande, CV(b) = Coeficiente de variación en la parcela pequeña, Si Pr = 0.05 es significativo ($\alpha = 0.05$), de lo contrario es no significativo ($Pr > 0.05$)

ALT	Altura de planta (m)	LPA	Longitud de panoja (cm)	LBR	Longitud de brácteas
APM	Altura a primera mazorca (m)	NHO	Número de hojas	DAP	Distancia apical (cm)
DPL	Diámetro de planta (cm)	PCO	Número plantas cosechadas	NHI	Número de hileras
NEN	Número de entrenudos	NMZ	Número de mazorcas	NGH	Número de granos por hilera
LHO	Longitud de hoja (cm)	PMG	Peso de mil granos (g)	LGR	Longitud de grano (mm)
AHO	Ancho de hoja (cm)	PMZ	Peso de mazorca (g)	AGR	Ancho de grano (mm)
ARH	Area de hoja (cm ²)	LMZ	Longitud de mazorca (cm)	EGR	Espesor de grano (mm)
NRP	Número de ramas primarias	DMZ	Diametro de mazorca (cm)	REN	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
LEP	Longitud del eje principal (cm)	POL	Peso del olote (g)		
LPE	Longitud del pedunculo (cm)	NBR	Número de brácteas		

3.1.4 Efecto de la interacción

El ANDEVA demostró que no existen diferencias significativas en los tratamientos (Den*Fer) para ninguna de las variables evaluadas. Esto indica que la relación de ambos factores es independiente. Los valores medios de las variables evaluadas se presentan en Anexo (Cuadros 1A-13A).

3.2. Comparación de variables y factores estudiados

3.2.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Altura de la planta (ALT)

En el cuadro 7 se observa que la mayor densidad (62,500 ptas. ha⁻¹) se obtiene la mayor altura promedio (1.66 m). La mayor altura promedio de 1.63 m se obtuvo cuando se hizo uso de la mayor dosis de fertilizante (225 kg ha⁻¹ de Urea 46%), y la menor altura de 1.58 m correspondió al testigo, lo cual concuerda con lo planteado por Benavides y Siles (1990), que aseveran que a medida que aumenta la cantidad de nitrógeno aplicado la altura de la planta se incrementa.

Altura de la primera mazorca (APM)

En el cuadro 7 se muestra que los mayores valores promedios se obtuvieron con la mayor densidad poblacional de 62,500 ptas. ha⁻¹ correspondiente a 0.64 m y los de menor valor promedio con la menor densidad poblacional de 35,000 ptas. ha⁻¹ con un valor de 0.61 m. Estudios realizados por Camacho y Bonilla (1999), Flores y Durán (1997), afirman que la altura de inserción está determinada por el incremento de las densidades. Fischbeck & Aufhammer (1971), Arias (1975), citados por Menocal (1990) también encontraron que un aumento en la población causa un incremento en la altura de inserción a la primera mazorca.

En el Cuadro 7 se muestra que la mayor dosis de Urea 46% correspondiente a 225 kg ha^{-1} es la que obtuvo la mayor altura con 0.64 m, y la de menor altura correspondió al tratamiento control ($0 \text{ kg de Urea 46\%}$).

Diámetro de la planta (DPL)

El mayor diámetro de la plantas se apreció en la menor densidad (1.88 mm) y el menor diámetro de 1.67 mm para la densidad $62,5000 \text{ ptas ha}^{-1}$ (Cuadro 7). Cuadra (1998) encontró diferencias altamente significativas, obteniendo el mayor diámetro para la menor población, lo que coincide con Alvarado y Centeno (1994), quienes opinan que el diámetro del tallo se puede ver afectado por las altas densidades de siembra y la competencia por la luz provocando el alargamiento y reducción del grosor de los tallos.

La dosis de 225 kg ha^{-1} de Urea 46% es la que presentó el mayor diámetro de la planta con un valor de 1.82 mm y 1.74 mm (0 kg ha^{-1} de Urea 46%) con el menor promedio (Cuadro 7). Autores como Camacho y Bonilla (1999), aseguran que a medida que se aumenta la dosis de fertilizantes se presentan aumentos en el diámetro del tallo. Según Poey (1973) citados por Benavides y Siles (1990), las altas fertilizaciones tienden a debilitar el tallo al aumentar el crecimiento de la planta de maíz, influenciando negativamente en el rendimiento. Arzola (1981); citado por Malta y Meza (1990), y Cuadra (1988), afirman también que esta variable es influenciada por los contenidos de nutrientes, entre ellos el nitrógeno y por la densidad establecida.

Longitud de hoja (LHO)

Los resultados obtenidos demostraron que no existen diferencias estadísticas para el factor densidad. El Cuadro 7 indica que la mayor longitud de hoja se obtuvo en la densidad de 35,000 ptas. ha⁻¹, en cambio, los niveles de fertilización aplicados, sí tuvieron efecto significativo para la variable LHO, se observó que las hojas de mayor longitud en el híbrido HINTA-991 se encontraron en las mayores dosis de fertilización nitrogenada (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de valores medios para las variables altura de planta (cm), altura a la primera mazorca (cm) , diámetro del tallo (cm) y longitud de hoja (cm).

	ALT	APM	DPL	LHO
Densidad				
	a3 1.66 a	a3 0.64 a	a1 1.88 a	a1 89.15 a
	a2 1.59 b	a2 0.61 a	a2 1.79 a	a2 87.06 a
	a1 1.58 b	a1 0.61 a	a3 1.67 b	a3 84.44 a
DSH	0.037	0.048	0.109	9.597
Fertilización				
	b4 1.63 a	b4 0.64 a	b4 1.82 a	b3 88.85 a
	b2 1.62 a	b3 0.63 a	b3 1.80 a	b4 88.04 ab
	b3 1.60 a	b2 0.62 a	b2 1.76 a	b2 86.84 ab
	b1 1.58 a	b1 0.58 b	b1 1.74 a	b1 83.81 b
DSH	0.070	0.040	0.132	4.706

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DSH = Es la mínima diferencia significativa de Tukey

a1=35,000 ptas ha⁻¹, a2=50,000 ptas ha⁻¹, a3=62,500 ptas. ha⁻¹

b1=0 kg Urea, b2=75 kg Urea, b3=150 kg Urea, b4=225 kg Urea

Area de la hoja (ARH)

Se encontró que las mayores áreas foliares pertenecieron a las densidades menores (Cuadro 8), esto debido a la menor competencia entre las plantas. La mayor área de la hoja fue de 654.26 cm² para la densidad menor y la mayor densidad de 62,500 ptas. ha⁻¹ con el menor valor de 590.25 cm². Camacho y Bonilla (1999) no encontraron diferencia significativa en cuanto a esta variable cuando estudiaron diferentes densidades.

Para el factor fertilización la dosis de 150 kg ha⁻¹ de Urea 46% ostentó la mayor área de la hoja con un valor de 658.08 cm², y la dosis de 0 kg ha⁻¹ de Urea 46% presentó la menor área de la hoja con un valor de 592.39 cm², lo que demostró la alta significancia estadística (Cuadro 8).

Número de ramas por panoja (NRP)

En el Cuadro 8 se muestra que la menor densidad poblacional de 35,000 ptas ha⁻¹ presentó el más alto valor para esta variable (10.42 ramas) y el menor valor de 9.17, correspondió a la densidad poblacional de 50,000 ptas. ha⁻¹.

Los niveles de fertilización sí mostraron diferencias significativas siendo el nivel más efectivo el de 150 kg ha⁻¹ (10.60 ramas) y el menor valor de 8.97, correspondió al nivel más inferior (Cuadro 8).

Longitud de la panoja (LPA)

El factor densidad no mostró diferencia significativa en LPA. Los mayores valores de longitud de la panoja se encontraron en la población de 35,000 ptas. ha⁻¹ (Cuadro 8). De igual manera, el factor fertilidad en estudio mostró diferencia significativa en esta variable, con la mayor longitud de la panoja el nivel de 150 kg ha⁻¹.

Plantas cosechadas (PCO)

En el Cuadro 8 resumió que la densidad de 62,500 ptas. ha⁻¹ exhibió el mayor número de plantas cosechadas con 38.38, y la densidad menor de 35,000 ptas. ha⁻¹ el menor número de plantas cosechadas, siendo los niveles de este factor significativo. Asimismo, en la fertilidad no se discriminaron los niveles estudiados.

Cuadro 8. Comparación de valores medios para las variables área foliar (cm²) número de ramas por panoja, longitud de la panoja (cm), número de plantas cosechadas.

	ARH	NRP	LPA	PCO
Densidad				
	a1 654.26 a	a1 10.42 a	a1 78.09 a	a3 38.38 a
	a2 640.34 a	a3 9.39 b	a3 46.31 a	a2 29.13 b
	a3 590.25 a	a2 9.17 b	a2 45.29 a	a1 22.06 c
DSH	90.194	0.844	4.339	5.058
Fertilización				
	b3 658.08 a	b3 10.60 a	b3 48.06 a	b4 30.58 a
	b4 635.39 a	b4 9.46 b	b1 46.55 ab	b1 30.08 a
	b2 627.27 a	b2 9.16 b	b2 46.28 ab	b2 29.83 a
	b1 592.39 b	b1 8.97 b	b4 45.38 b	b3 28.92 a
DSH	45.57	1.105	3.870	4.411

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DSH = Es la mínima diferencia significativa de Tukey

a1=35,000 ptas ha⁻¹, a2=50,000 ptas ha⁻¹, a3=62,500 ptas. ha⁻¹

b1=0 kg Urea, b2=75 kg Urea, b3=150 kg Urea, b4=225 kg Urea

3.3 Variables de mazorca, grano y rendimiento

Peso de mil granos (PMG)

En el Cuadro 9 se muestra que el mayor peso de grano se obtuvo con la densidad poblacional menor de 35,000 ptas ha⁻¹, con un peso de 333.06 gramos lo cual demuestra que existe efecto significativo en el factor densidad.

El factor fertilización en el PMG no demostró efecto significativo. Los mayores valores se alcanzaron con el nivel de 75 kg ha⁻¹. Baca (1989), Rivera y Morales (1997), no encontraron respuestas significativas para esta variable de grano al estudiar niveles de nitrógeno similares en las variedades mejoradas NB-6 y NB-12, respectivamente.

Peso de mazorca (PMZ)

Los resultados demostraron que si existe efecto significativo en esta variable, el mayor peso de la mazorca con la densidad menor de 35,000 ptas ha⁻¹, siendo su peso de 195 .04 gramos y el menor con la densidad mayor de 62,500 ptas. ha⁻¹, con un peso de 175.79 gramos

Para el factor fertilización la dosis de 150 kg ha⁻¹ de Urea 46% fue el de mayor valor medio con 192.04 gramos y el de menor valor promedio correspondió a la dosis de 0 kg ha⁻¹.

Longitud de mazorca (LMZ)

Los mayores valores promedios para esta variable correspondieron a las densidades poblacionales de 50,000 ptas. ha⁻¹ y 62,500 ptas. ha⁻¹, con valores promedios de 17.59 cm y 16.55 cm, respectivamente (Cuadro 9). López (1991); Camacho y Bonilla (1999), no encontraron diferencia significativa en sus estudios; pero sí observaron un incremento de la longitud de la mazorca al disminuir las densidades. De igual manera, López (1991) afirma que al incrementar las densidades de siembra en el cultivo del maíz disminuye la longitud de la mazorca.

Se demostró que la dosis de 225 kg ha⁻¹ de Urea 46%, presentó el mayor valor promedio en LMZ con un valor de 17.31 cm, y el de menor valor de 16.72 cm correspondiente a la dosis de 0 kg ha⁻¹ (Cuadro 9).

Betanco *et al.*, (1988), afirma que la longitud de la mazorca está influenciada por las condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno, principalmente.

Camacho y Bonilla (1999) aseveran que a medida que se aumentan los niveles de nitrógeno, ocurre un incremento en la longitud de la mazorca.

Número de brácteas (NBR)

La densidad de 35,000 ptas. ha⁻¹ demostró el mayor valor promedio con 18.81 y la de menor valor promedio es de 17.13 brácteas correspondiendo a la densidad poblacional de 50,000 ptas. ha⁻¹ (Cuadro 9).

Por otro lado el factor fertilización resultó ser altamente significativo. La dosis de 225 kg ha⁻¹ de Urea 46% fue el de mayor promedio para esta variable con 19.43 brácteas, y la dosis de 0 kg ha⁻¹ la de menor valor con 16.53 brácteas en la mazorca.

Cuadro 9. Comparación de valores medios para las variables peso de mil granos (g), peso de mazorca (g), longitud de mazorca (cm) y número de brácteas en mazorca.

	PMG	PMZ	LMZ	NBR
Densidad				
	a1 333.06 a	a1 195.04 a	a2 17.59 a	a1 18.81 a
	a3 319.75 ab	a2 191.14 ab	a1 17.21 ab	a3 18.57 a
	a2 312.63 b	a3 175.79 b	a3 16.55 b	a2 17.13 a
DSH	17.371	18.709	1.015	4.706
Fertilización				
	b2 331.08 a	b3 192.04 a	b4 17.31 a	b4 19.43 a
	b4 326.42 a	b4 188.03 a	b3 17.27 a	b2 18.90 ab
	b3 317.58 a	b2 187.77 a	b2 17.17 a	b3 17.83 ab
	b1 312.17 a	b1 181.46 a	b1 16.72 a	b1 16.53 b
DSH	35.38	17.964	0.985	2.406

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DSH = Es la mínima diferencia significativa de Tukey

a1=35,000 ptas ha⁻¹, a2=50,000 ptas ha⁻¹, a3=62,500 ptas. ha⁻¹

b1=0 kg Urea, b2=75 kg Urea, b3=150 kg Urea, b4=225 kg Urea

Distancia apical (DAP)

El mayor valor promedio para esta variable correspondió a la densidad poblacional de 50,000 ptas ha⁻¹, con un valor de 2.71 cm, y la de menor valor lo presentó la densidad poblacional de 62,500 ptas. ha⁻¹, con un valor de 2.67 cm. Camacho y Bonilla (1999) no reportaron diferencias significativas para DAP en sus estudios.

La mayor distancia apical se obtuvo al hacer uso de la dosis de 225 kg ha⁻¹, y el de menor valor promedio correspondió a la dosis de 75 kg ha⁻¹, el análisis estadístico mostró diferencias significativas (Cuadro 10).

Número de granos por hilera (NGH)

El mayor valor promedio para esta variable perteneció a la densidad poblacional de 35,000 ptas. ha⁻¹ con un valor de 27.41, y el mínimo número de granos por hileras lo obtuvo la densidad poblacional mayor de 62,500 ptas. ha⁻¹ (Cuadro 9); estos resultados coinciden con Flores y Durán (1997) quienes señalan que a medida que se aumentan las densidades poblacionales decrece el número de granos por hilera.

Los resultados para el factor fertilización no presentaron diferencia significativa para esta variable, siendo el nivel testigo el que presentó mayor número de granos por hilera.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Según Tapia (1980), el rendimiento de cualquier cultivo es el producto de un conjunto de factores, tales como el nivel nutricional del suelo y la competencia entre plantas y malezas. De igual manera, Ponce (1991) afirma que el rendimiento en el maíz está relacionado con el empleo de fertilizantes, aporte de humedad, densidad poblacional, y el potencial de rendimiento de la variedad.

En el Cuadro 10 se presentan los mayores valores promedios para el rendimiento. Se observa que el mayor promedio se obtuvo con la mayor densidad poblacional (62,500 ptas. ha⁻¹) con un rendimiento de 6,856.60 kg ha⁻¹, y el menor promedio correspondió a la densidad poblacional de 5,531.30 kg ha⁻¹.

La dosis de 75 kg ha⁻¹ de Urea 46%, exhibió el mayor rendimiento de granos (7,280.30) y se diferenció estadísticamente del nivel b₁ (Testigo).

Cuadro 10. Comparación de valores medios para las variables, distancia apical (cm), número de granos en hileras y rendimiento (kg ha⁻¹)

	DAP		NGH		REN	
Densidad	a2	2.71 a	a1	27.41 a	a3	6856.60 a
	a1	2.68 a	a2	25.89 ab	a2	6760.50 a
	a3	2.67 a	a3	25.03 b	a1	5531.30 b
DSH		0.239		2.092		852.34
Fertilización	b4	2.98 a	b1	26.59 a	b2	7280.30 a
	b3	2.95 a	b3	26.58 a	b4	6723.20 a
	b1	2.45 ab	b2	26.13 a	b3	6234.10 ab
	b2	2.35 b	b4	25.13 a	b1	5557.70 b
DSH		0.53		2.62		1115.8

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DSH = Es la mínima diferencia significativa de Tukey

a1=35,000 ptas ha⁻¹, a2=50,000 ptas ha⁻¹, a3=62,500 ptas. ha⁻¹

b1=0 kg Urea, b2=75 kg Urea, b3=150 kg Urea, b4=225 kg Urea

Estos resultados sugirieron la conformación de efectos simples de densidades en cada nivel de fertilización; esto con la finalidad de estudiar la respuesta del rendimiento de grano de las diferentes densidades en cada una de las fertilizaciones (Cuadro 11).

Los valores medios en los efectos principales de las variables evaluadas se muestran en Anexo (Figuras 1A-12A).

3.4 Modelos de respuesta del rendimiento

En el Cuadro 11, se puede apreciar el análisis de tendencia del rendimiento en el híbrido estudiado. Este cuadro indica que la tendencia del rendimiento obtenido de una densidad poblacional de 35,000 ptas. ha⁻¹, no se adapta a ninguno de los modelos polinómicos estudiados. Con respecto a la densidad poblacional de 50,000 ptas. ha⁻¹, la tendencia obedece a un modelo lineal [(Pr>F) = 0.039], y la densidad de 50,000 ptas. ha⁻¹, se adecuó a los modelos lineal [(Pr>F = 0.032)], y cuadrático [(Pr>F = 0.001)], con mayor significancia estadística el modelo cuadrático (Figura 2).

Cuadro 11. Análisis de varianza y modelos polinómicos en el rendimiento (kg ha⁻¹) de tres densidades poblacionales en cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el híbrido H-INTA-991.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Pr > F
Bloque	3	9842040.830	3280680.280	6.230	0.028
Densidad	2	13073227.100	6536613.550	12.410	0.007
Bloque*Densidad	6	3160321.770	526720.300		
Fertilidad	3	16671695.160	5557231.720	6.870	0.002
Den*Fer	6	10193948.570	1698991.430	2.100	0.099
35,000 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	79.538	79.538	0.410	0.529
Cuadrático	1	212.381	212.381	1.100	0.307
Cúbico	1	77.043	77.043	0.400	0.535
50,000 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	944.960	944.960	4.880	0.039
Cuadrático	1	18.828	18.828	0.100	0.758
Cúbico	1	464.270	464.270	2.400	0.137
62,500 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	1034.819	1034.819	5.350	0.032
Cuadrático	1	3227.705	3227.705	16.670	0.001
Cúbico	1	163.101	163.101	0.840	0.369
Error	20	16177134.620	808856.730		

Den*Fer = Densidad*Fertilización

Si (Pr > F) = 0.05 es significativo al 95% de confianza

Si (Pr > F) = 0.01 es significativo al 99% de confianza

Estudios realizados por López (1991), concluyen que las altas densidades incrementan el índice del área foliar antes de la fecundación, lo que aumenta el proceso de fotosíntesis, explicando el porque del aumento en el rendimiento. Flores y Duran (1997), y Salgado (1990) afirman que el rendimiento en grano en el maíz se incrementa significativamente al aumentar las dosis de nitrógeno.

Camacho y Bonilla (1999), experimentando con 120 kg ha⁻¹ en NB-6 y densidades poblacionales similares a este estudio, obtuvieron rendimientos promedios superiores a los 6500 kg ha⁻¹. En la Figura 2 y 3 se aprecian algunos rendimientos que superan a estos valores.

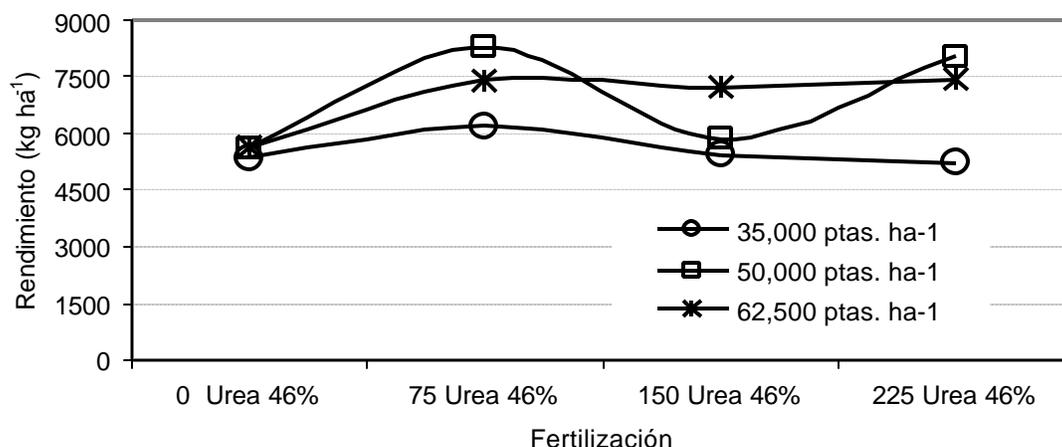


Figura 2. Efecto de interacción en el rendimiento del híbrido H-INTA-991.

En el presente estudio, los tratamientos evaluados (Figura 3) que presentaron los más bajos rendimientos fueron a₁b₁ con 5356.87 kg ha⁻¹ (82.87 qq mz⁻¹) y a₁b₄ con 5231.50 kg ha⁻¹ (80.93 qq mz⁻¹). En el caso de los rendimientos superiores, se destacan a₂b₂ con 8288.01 kg ha⁻¹ (128.22 qq mz⁻¹) y a₂b₄ con 8003.58 kg ha⁻¹ (123.82 qq mz⁻¹); el INTA (2000) indica que el rendimiento comercial promedio del híbrido H-INTA-991 está entre 81 y 95 qq mz⁻¹ con el manejo convencional; estos rendimientos son similares a bs obtenidos en los menores rendimientos de este estudio. Los mayores resultados obtenidos en este estudio obedecen a la respuesta del híbrido a las densidades y fertilizaciones altas evaluadas.

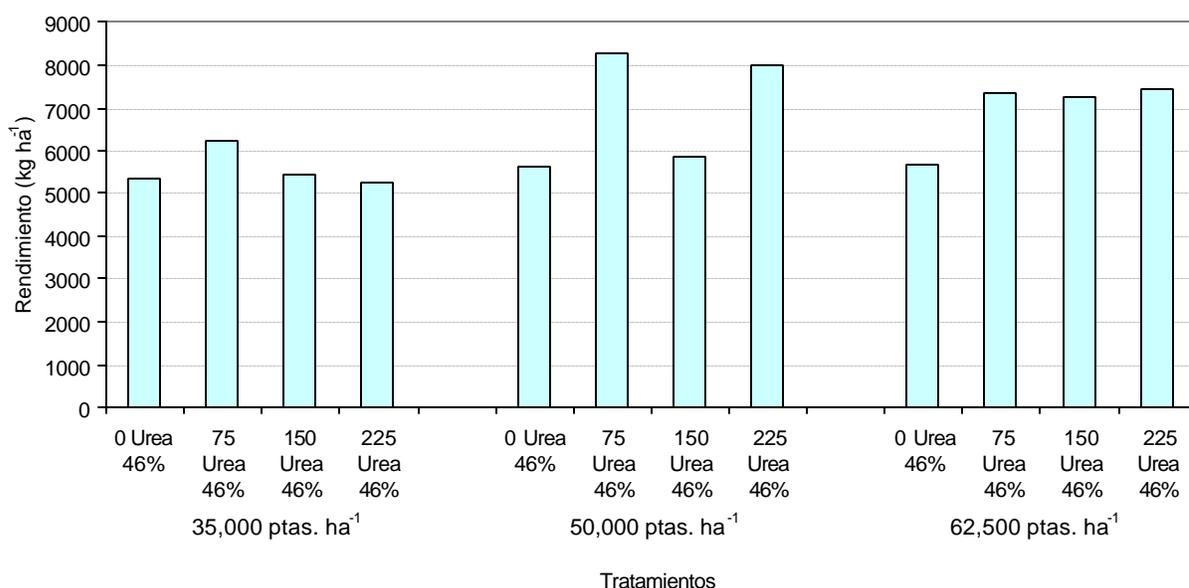


Figura 3. Comportamiento del rendimiento del híbrido H-INTA-991 en los tratamientos.

3.5 Análisis económico en los tratamientos

En los Cuadros 12 y 13 se presentan el análisis de dominancia, así como el análisis marginal de los mismos, con el objetivo de identificar los mejores tratamientos. De igual manera, en el Cuadro 14 se muestra el presupuesto parcial de los tratamientos en el híbrido H-INTA-991.

Según el análisis de dominancia, sólo tres tratamientos no fueron dominados que corresponden a los niveles de tratamiento testigo con la densidad poblacional 35,000 pts. ha⁻¹ (a_1b_1) 75 kg ha⁻¹ de Urea 46% con la densidad poblacional de 35,000 pts. ha⁻¹ (a_1b_2) y el nivel de 75 kg ha⁻¹ de urea 46% con la densidad poblacional de 50,000 pts. ha⁻¹ (b_2a_2).

Según el CIMMYT (1998), un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Del mismo modo, asegura que es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios.

Cuadro 12. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia		
a1b1	554	8988.6	ND		
a1b2	752	10301.6	Nd		
a2b1	770	9207	D		
a1b3	950.4	8729.6	D		
a2b2	968	13800	Nd		
a3b1	1139.6	8956.4	D		
a1b4	1148.4	9105.6	D		
a2b3	1166	9242	D		
a3b2	1337	11803.4	D		
a2b4	1364.4	12905	D		
a3b3	1535.6	11339.4	D		
a3b4	1733.6	11506.4	D		
	CV	BN	CM	BM	TRM (%)
a1b1	554	8988.6	0	0	
a1b2	752	10301.6	398	1313	3.29
a2b2	968	13800	216	3498.4	16.19

CV=Costos variables, CM=Costo Marginal, BM=Beneficio Marginal, BN=Beneficios netos, ND=Tratamiento No Dominado, D=Tratamiento Dominado, TRM=Tasa de Retorno Marginal

Análisis marginal de los tratamientos

En el análisis marginal de los tratamientos se muestran los beneficios que se obtienen cuando se pasa de un tratamiento a otro.

Cuadro 13. Análisis marginal de los tratamientos estudiados

Tratamientos	CV	CM	BN
a1b1	554	0	8988.6
a1b2	752	198	10301.6
a2b1	770	18	9207
a1b3	950.4	180.4	8729.6
a2b2	968	17.6	13800
a3b1	1139.6	171.6	8956.4
a1b4	1148.4	8.8	9105.6
a2b3	1166	17.6	9242
a3b2	1337	171	11803.4
a2b4	1364.4	27.4	12905
a3b3	1535.6	171.2	11339.4
a3b4	1733.6	198	11506.4

Cuadro 14. Análisis de presupuesto parcial para la siembra de una hectárea del cultivar H-INTA-991

Tratamiento	a1b1	a1b2	a1b3	a1b4	a2b1	a2b2	a2b3	a2b4	a3b1	a3b2	a3b3	a3b4
Rendimiento kg ha ⁻¹	5356	6204	5432	5231	5599	8288	5842	8002	5666	7375	7226	7431
Rendimiento ajustado	4820	5583	4889	5179	5039	7459	5257	7207	5099	6637	6503	6687
Beneficio bruto	9543	11054	9680	10254	9977	14768	10408	14269	10096	13141	12875	13240
Beneficio neto	8988.6	10301.6	8729.6	9105.6	9207	13800	9242	12905	8956.4	11803.4	11339.4	11506.4
Semilla	554.4	554.4	554.4	554.4	770	770	770	770	1139.6	1139.6	1139.6	1139.6
Fertilizante	0	198	396	594	0	198	396	594	0	198	396	594
Costos variables	554.4	752.4	950.4	1148.4	770	968	1166	1364	1139.6	1337.6	1535.6	1733.6

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el híbrido de maíz H-INTA-991, permite exponer las siguientes consideraciones:

- Se puede apreciar que las densidades poblacionales evaluadas tuvieron efecto significativo sobre las variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramas primarias en la panoja, número de mazorca, peso de mil granos, distancia apical, ancho de grano y rendimiento de grano.
- Por otro lado, las variables altura de la primera mazorca, longitud de la hoja, área de la hoja, longitud de la panoja, número de brácteas, distancia apical y rendimiento de grano presentaron diferencias significativas con relación a la fertilización aplicada.
- Los factores densidad y fertilización estudiados no mostraron interacción significativa para ninguna de las variables, por lo que la relación de ambos factores es independiente.
- Tomando en cuenta los niveles de fertilización, la respuesta del rendimiento en grano para la densidad poblacional de 50,000 y 62,500 ptas. ha^{-1} , obedece significativamente a un modelo lineal y cuadrático, respectivamente. La menor densidad poblacional de 35,000 ptas. ha^{-1} no se ajustó a ninguno de los modelos polinomiales propuestos.
- En las mayores dosis de fertilización y densidad poblacional se obtuvieron los más altos valores en rendimiento de grano, sin embargo desde el punto de vista económico algunos de ellos no son rentables por ser tratamientos “dominados”.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso de la dosis de 75 kg ha⁻¹ de Urea 46%, con las densidades poblacionales de 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹, por ser los factores que presentaron los mejores rendimientos.
- Realizar este tipo de estudio en otras localidades con diferentes condiciones climáticas y edáficas para comparar y concretizar resultados.
- Se recomienda realizar este estudio utilizando tratamientos iguales con el fin de comparar resultados obtenidos a nivel experimental con los que se pueda obtener a nivel de campo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, F. R. y A. C. Centeno, 1994. Efecto de sistemas de labranzas, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis de Ing. Agr., Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 100 p.
- Baca, P. B., 1989. Influencia de cuatro niveles y cuatro formas de fraccionamiento del nitrógeno, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz. (*Zea mays* L.) Var NB-6. Managua, Nicaragua.
- Benavides, D. y R. Siles, 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. (*Zea mays* L.) Variedad NB-6 Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 54 p.
- Betanco, J. A., M. Dulcire y E. Gutiérrez, 1988. Informe final de las áreas de S.G.D.T. 1978-1988 Región IV Ministerio Agropecuario y Refora Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.
- Camacho, J. y R Bonilla, 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Var NB-6. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 63 p..
- CIMMYT, 1985. Guía de descriptores para caracterizar maíz. CIMMYT, México D.F., 31 pp.
- CIMMYT, 1998. La formulación y recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica, Tercera edición. México, D.F. p. 20-30.
- Contreras E. S. y H. D. Argüello, 1999. Caracterización preliminar de 16 accesiones de pitahaya (*Hylocereus* spp.) recolectadas en el Pacífico y centro de Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua , Nicaragua . 30 p.
- Cuadra, M. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6. Instituto de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 39 p.
- FAO, 1990. DGTA-PAN. Técnica para la producción de maíz, Humberto Tapia y José García. Ediciones Culturales. p 12.

- Flores, M. J. y L. R. Durán. 1997. Efecto de niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 50p.
- Gutiérrez E. E., 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. 1ra. Edición. Heredia, Costa Rica. 175 pp.
- INTA, 2000. Validación de la variedad de maíz Nicaragua blanco para sequia en el departamento de Estelí, Nicaragua. Informe.
- INETER, 2004. Datos climatológicos del departamento de Masatepe, Masaya, Nicaragua. 3 p.
- International Seed testing Association (ISTA), 1985. International rules for testing. Zurich. p. 117.
- Jugenheimer R. M.,. 1990. Variedades mejoradas en maíz. p. 110-120.
- Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA), 2004. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua, Nicaragua. sp.
- López, B. L., 1991. Cultivos herbáceos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España.
- López G. S. y S. Lozano. 1992. Respuesta del maíz a la siembra intercalada con canavalia a distintos épocas y densidades. En Síntesis de Resultados Experimentales. PRM. Guatemala, Guatemala. Programa de Suelos, Aguas y Agroforestería. Informe Técnico Anual. POA-1999
- Malta, C., A. Meza, 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*.Var. NB-12) Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA Managua, Nicaragua 32p.
- Montgomery D. C., 1991. Diseños y Análisis de Experimentos. 1ra. Edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F., 589 pp.
- Morales D., 1993. Caracterización y evaluación de 25 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) recolectados en Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA) . Managua, Nicaragua . 55 p.
- Pedroza H., 1993. Fundamentos de experimentación Agrícola. Managua, Nicaragua. Editora de Arte. 230 pp.

- Pérez, M. 1994. Efecto del compost sobre propiedades físico-químicas de un suelo Vitrandepts y la respuesta del maíz (*Zea mays* L). Tesis de Ingeniero Agrónomo UNA. Managua, Nicaragua. 59p.
- Poey F. R., 1973. Maíces enanos en México. Agricultura de las Américas. Kansas city, USA, 38p.
- Ponce, C. A., 1991. Resultados manejados por los agricultores en validaciones de niveles de nitrógeno en maíz. Congreso nacional de Granos Básicos, del 19-21 de junio. CNIGB. Managua, Nicaragua. 10 p.
- Reyes C. P., 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A., México, D.F., 460 pp.
- Reyes H. M., 2002. Análisis de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Re-enseñando el uso de enfoque. Revista LA CALERA Año 2, No. 2, pp 40-48
- Rivera, S. D. y R. J. Morales. 1997. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momento de aplicación, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-12. Tesis de Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 30 p.
- Salgado, A., 1990. Efecto de fertilización nitrogenada, fraccionamiento y momento de aplicación sobre crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-12. Tesis de Ing. Agr., Managua, Nicaragua. 32 p.
- Tapia, B. H., 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. División de semillas. PROAGRO. Managua, Nicaragua. 61 p.
- Urbina A. y N. B. Bird., 2002. Promoción y difusión de cultivares de maíz. Resultados de parcelas demostrativas, Primera-Postretera 2001- Nicaragua.proyecto de Mejoramiento de Semilla, USAID/DAI, PROMESA. 43 pp.

ANEXOS

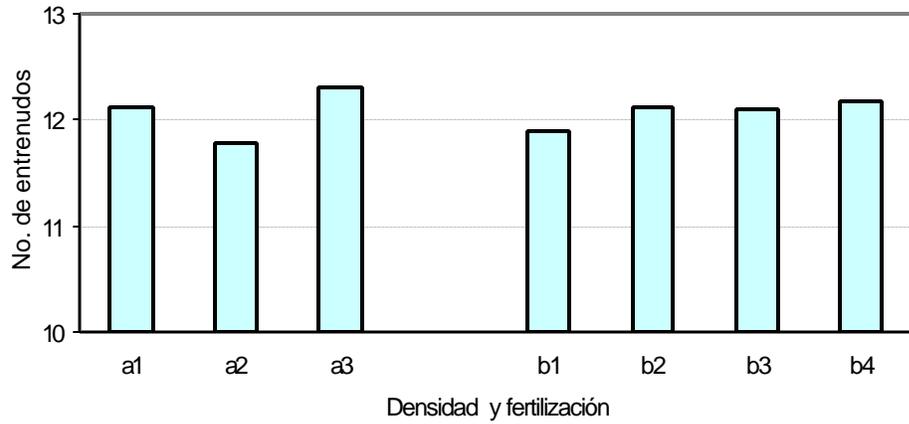


Figura 1A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de entrenudos.

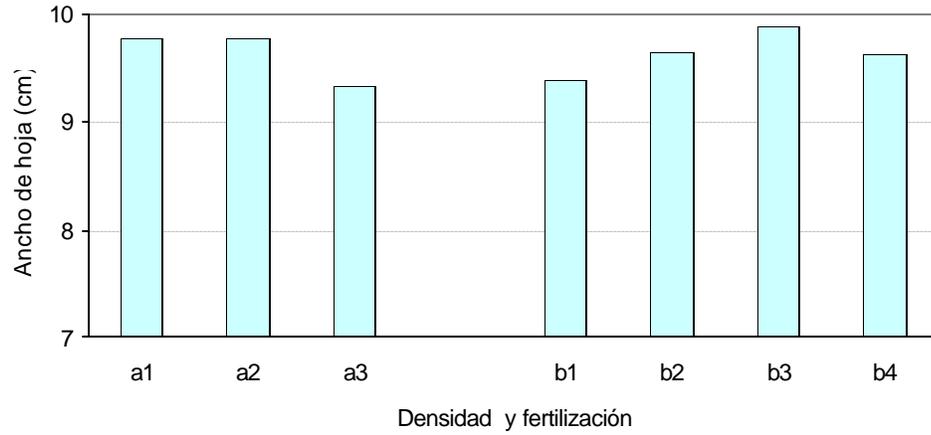


Figura 2A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho de hoja.

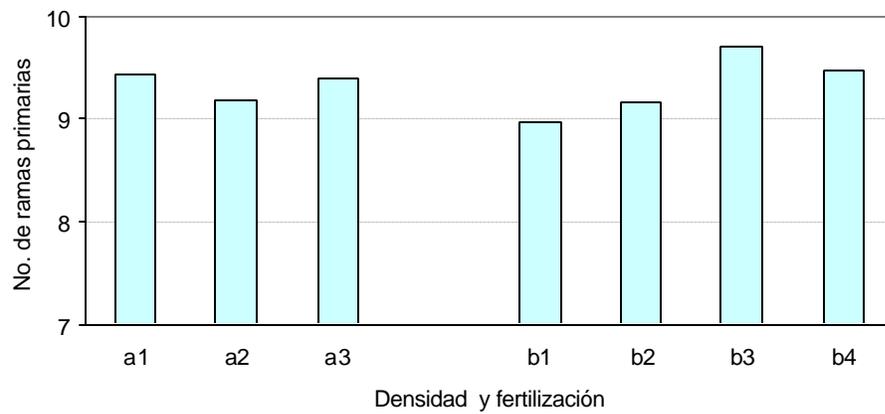


Figura 3A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de ramas primarias.

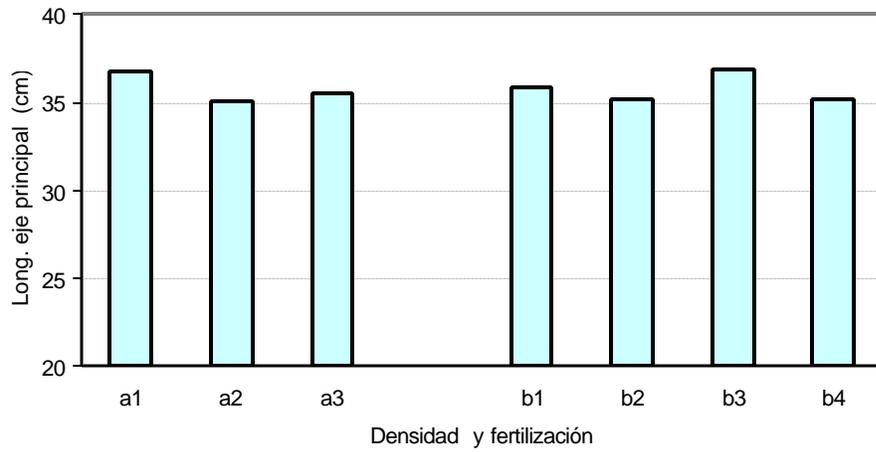


Figura 4A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del eje principal.

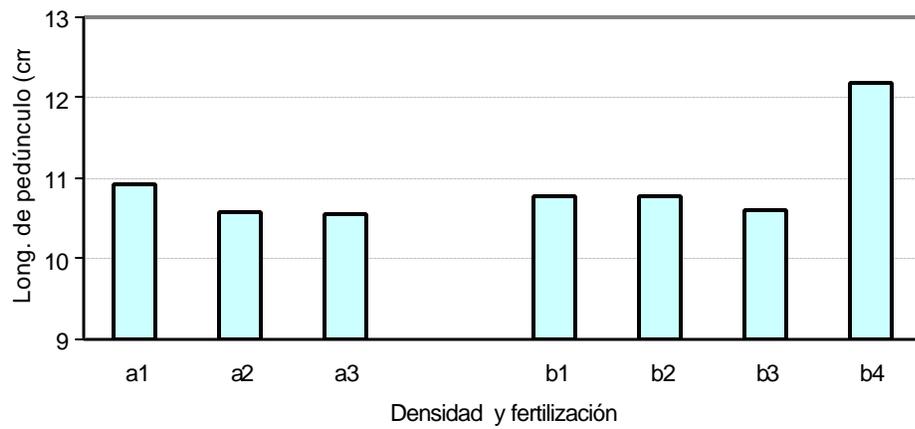


Figura 5A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del pedúnculo.

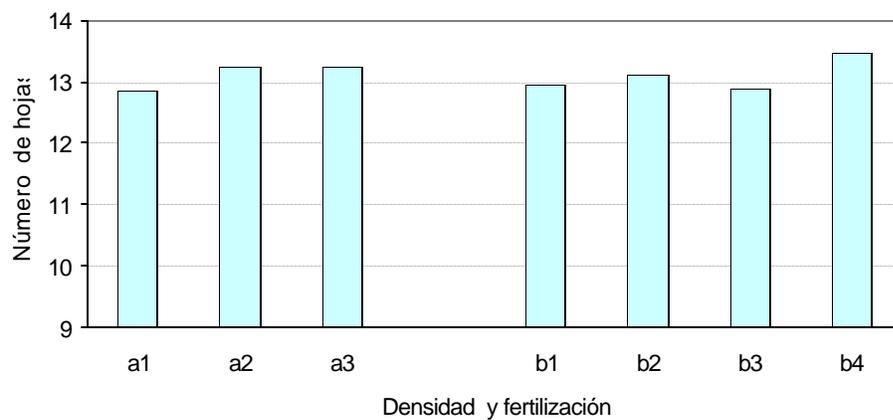


Figura 6A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de hojas.

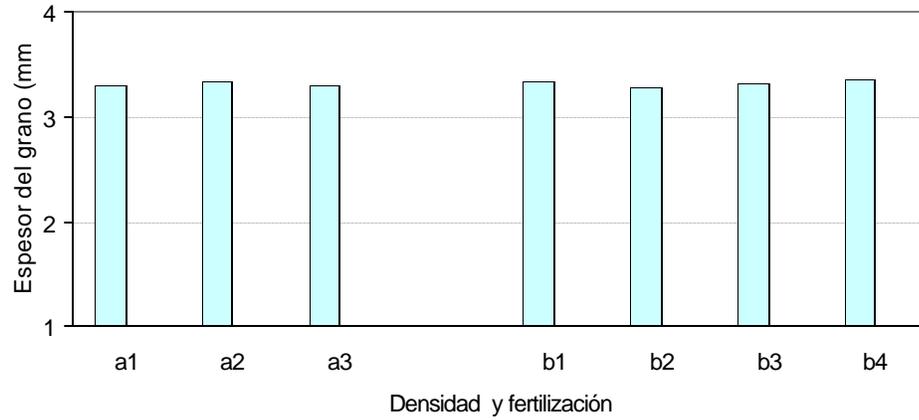


Figura 7A. Valores medios de los efectos principales en la variable espesor del grano.

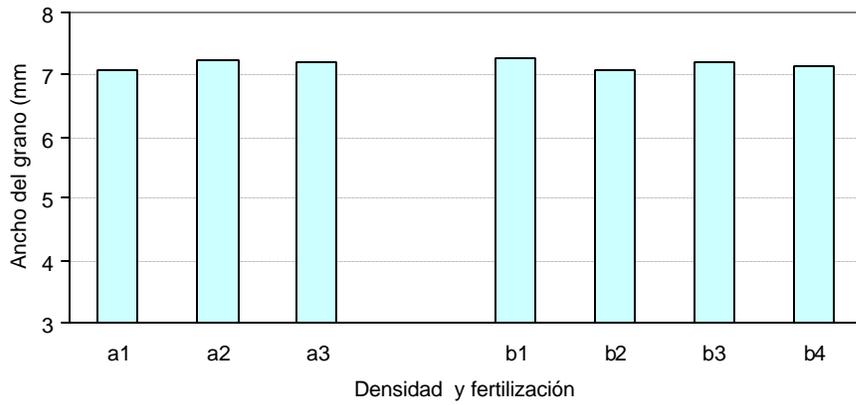


Figura 8A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho del grano.

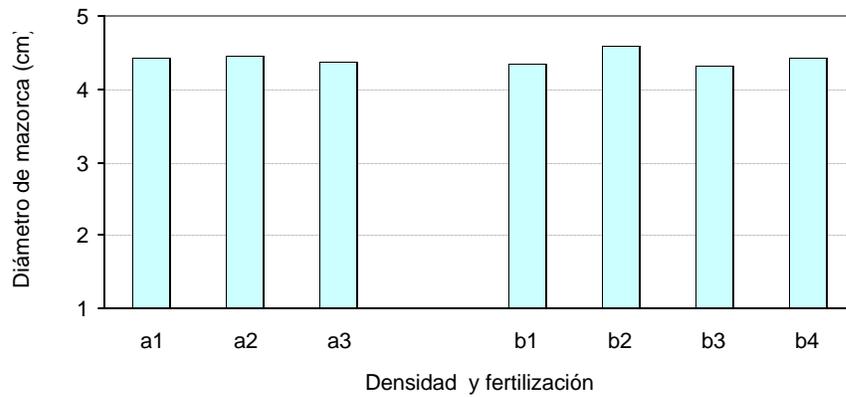


Figura 9A. Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.

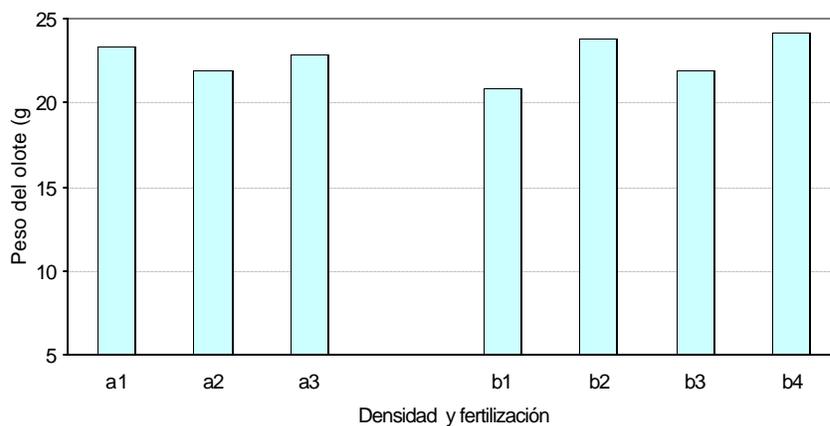


Figura 10A. Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.

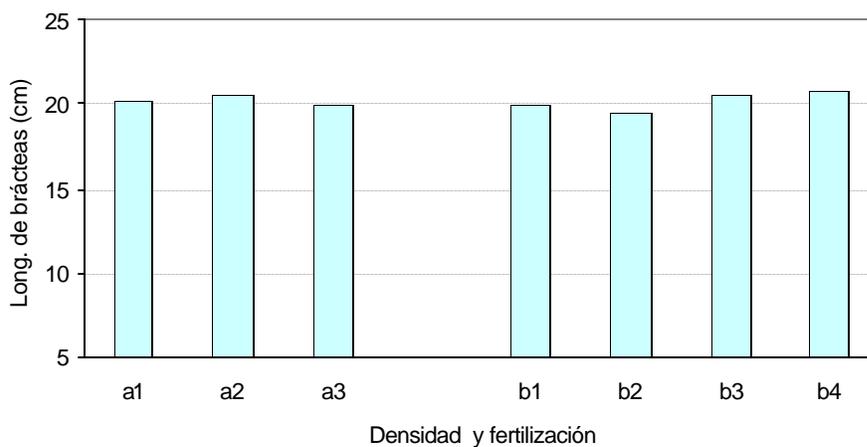


Figura 11A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de brácteas.

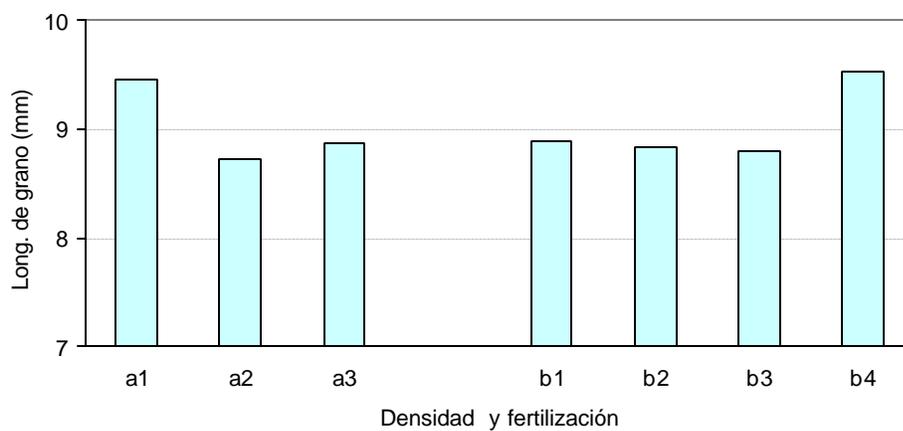


Figura 12A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de grano.

Cuadro 1A. Valores medios de la interacción de la variable altura de planta y altura a la primera mazorca

ALT	a1	a2	a3	APM	a1	a2	a3
b1	1.56	1.57	1.59	b1	0.58	0.57	0.59
b2	1.58	1.59	1.69	b2	0.60	0.62	0.67
b3	1.58	1.59	1.63	b3	0.62	0.64	0.64
b4	1.58	1.60	1.70	b4	0.62	0.63	0.67
DSH	0.157			DSH	0.089		

Cuadro 2A. Valores medios de la interacción de la variable diámetro de planta y número de entrenudos

DIP	a1	a2	a3	NEN	a1	a2	a3
B1	1.84	1.73	1.66	b1	12.17	11.45	12.03
B2	1.86	1.83	1.60	b2	12.15	11.59	12.59
B3	1.90	1.83	1.66	b3	11.92	12.43	11.97
B4	1.91	1.78	1.76	b4	12.27	11.63	12.65
DSH	0.296			DSH	1.593		

Cuadro 3A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de hoja y ancho de hoja

LHO	a1	a2	a3	AHO	a1	a2	a3
B1	89.19	82.85	79.39	b1	9.79	9.49	8.88
B2	87.72	88.18	84.61	b2	9.75	9.86	9.36
B3	89.85	87.75	88.94	b3	10.21	9.88	9.54
b4	89.85	89.47	84.79	b4	9.45	9.93	9.49
DSH	10.530			DSH	1.298		

Cuadro 4A. Valores medios de la interacción de la variable área foliar y número de ramas primarias en la panoja

AREA	a1	a2	a3	NRP	a1	a2	a3
b1	654.88	592.92	529.36	b1	9.43	8.83	8.65
b2	638.11	651.58	592.13	b2	9.49	8.84	9.15
b3	687.61	650.82	635.81	b3	9.71	9.31	10.12
b4	636.44	666.03	603.72	b4	9.03	9.68	9.67
DSH	101.973			DSH	2.473		

Cuadro 5A. Valores medios de la interacción de la variable longitud del eje principal de la panoja y longitud del pedúnculo de la panoja

LEP	a1	a2	a3	LPE	a1	a2	a3
b1	37.28	34.93	35.44	b1	10.61	10.83	10.86
b2	35.66	35.05	34.75	b2	10.91	10.03	10.72
b3	37.33	36.79	36.47	b3	10.35	10.81	10.65
b4	36.82	33.60	35.29	b4	10.49	10.48	11.39
DSH	4.638			DSH	2.605		

Cuadro 6A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de la panoja y número de hojas en el tallo

LPA	a1	a2	a3
b1	48.78	45.05	45.83
b2	46.59	44.99	47.24
b3	49.17	48.09	46.91
b4	47.82	43.05	45.28
DSH	4.750		

NHO	a1	a2	a3
b1	12.63	13.19	13.03
b2	13.21	12.93	13.17
b3	12.31	13.27	13.12
b4	13.28	13.55	13.62
DSH	1.533		

Cuadro 7A. Valores medios de la interacción de la variable número de plantas cosechadas y número de mazorcas en laparcela útil

PCO	a1	a2	a3
b1	23.50	30.00	36.75
b2	20.25	30.25	39.00
b3	20.25	28.00	38.50
b4	24.25	28.25	39.25
DSH	9.873		

NMZ	a1	a2	a3
b1	23.00	30.00	36.75
b2	20.25	29.00	38.50
b3	20.25	27.75	37.25
b4	23.50	27.25	39.00
DSH	9.455		

Cuadro 8A. Valores medios de la interacción de la variable peso de mil granos y peso de la mazorcal

PMG	a1	a2	a3
b1	312.00	301.25	323.25
b2	360.75	320.25	312.25
b3	319.75	311.75	321.25
b4	339.75	317.25	322.25
DSH	79.170		

PMZ	a1	a2	a3
b1	189.27	181.03	174.08
b2	201.03	193.29	168.99
b3	197.99	195.19	182.96
b4	191.89	195.05	177.14
DSH	40.198		

Cuadro 9A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de mazorca y diámetro de mazorca

LMZ	a1	a2	a3
b1	16.66	16.72	16.77
b2	17.67	17.85	15.98
b3	17.04	17.98	16.78
b4	17.45	17.83	16.65
DSH	2.205		

DMZ	a1	a2	a3
b1	4.35	4.32	4.39
b2	4.74	4.72	4.31
b3	4.33	4.35	4.31
b4	4.35	4.43	4.50
DSH	0.815		

Cuadro 10A. Valores medios de la interacción de la variable peso del olote y número de brácteas

POL	a1	a2	a3
b1	24.05	18.99	19.65
b2	23.43	24.60	23.50
b3	22.78	19.78	23.33
b4	23.07	24.35	24.99
DSH	8.598		

NBR	a1	a2	a3
b1	18.15	14.30	17.15
b2	18.07	17.65	17.15
b3	18.80	19.90	18
b4	20.22	16.67	21.37
DSH	5.385		

Cuadro 11A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de bráctea y distancia apical

LBR	a1	a2	a3
b1	19.35	21.20	19.00
b2	19.00	20.90	18.70
b3	20.80	20.45	20.25
b4	21.35	19.55	21.60
DSH	4.135		

DAP	a1	a2	a3
b1	2.92	2.16	2.29
b2	2.09	2.69	2.27
b3	2.75	3.20	2.89
b4	2.96	2.77	3.20
DSH	1.188		

Cuadro 12A. Valores medios de la interacción de la variable número de hileras y número de granos en hilera

NHI	a1	a2	a3
b1	12.75	12.75	12.00
b2	12.50	13.00	12.50
b3	13.25	12.50	13.50
b4	13.00	12.00	13.25
DSH	1.660		

NGH	a1	a2	a3
b1	28.79	25.09	25.87
b2	27.67	26.43	24.27
b3	27.91	26.25	25.55
b4	25.24	25.75	24.40
DSH	5.863		

Cuadro 13A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de grano y ancho de grano

LGR	a1	a2	a3
b1	8.82	9.12	8.70
b2	9.47	8.67	8.35
b3	9.20	8.05	9.20
b4	10.30	9.05	9.22
DSH	2.148		

AGR	a1	a2	a3
b1	7.05	7.32	7.40
b2	6.97	7.02	7.15
b3	7.15	7.35	7.15
b4	7.10	7.25	7.02
DSH	1.673		