

**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 MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD TLAYOLLY EN CHICHIGALPA, CHINANDEGA

AUTORES:

*Br. JAVIER ANTONIO OBREGÓN ORTÍZ
Br. MIGUEL ANTONIO OVIEDO AVELARES*

ASESOR:

Ing. M.Sc. ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2004

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



TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y CUATRO NIVELES DE
FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO,
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD
TLAYOLLY EN CHICHIGALPA, CHINANDEGA

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

A *Dios* por hacerme sentir parte de su creación, por darme fuerza para poderme enfrentar ante las adversidades y darme sabiduría para alcanzar mis metas. Gracias *Dios* por hacerme sentir siempre tu presencia.

A mis padres Sergio Obregón y Verónica Ortiz que con su apoyo me inculcaron valores y me brindaron apoyo incondicional.

A mis hermanos Sergio Obregón, Verónica Miranda, Roxana Obregón, Christiam Ampié, Oscar Obregón y Gustavo Ampié, los cuales fueron fuente de apoyo y superación.

A la licenciada Eva Córdoba que me ayudo a ingresar a la Universidad Nacional Agraria y a enfrentar siempre los retos.

A mi abuelita Sofia Hernández mi segunda madre.

A mis Tíos que siempre me motivaron a dar un paso hacia adelante Francisco Ortiz, Marina Ortiz, Bayardo Ortiz, Julio Ortiz, Victoria Ortiz.

Gracias por su amor y constantes oraciones y que dios los bendiga.

Br. Javier Antonio Obregón Ortiz

DEDICATORIA

A *Dios* creador, a nuestro señor *Jesucristo* y a nuestra madre *Santa María Virgen* por su bendición.

De manera muy especial dedico este trabajo a mis padres, por haberme apoyado incondicionalmente a lo largo de toda mi vida, por haberme dado un buen ejemplo y por haberme apoyado en mi formación profesional y por ser pilares de mi vida.

Miguel Angel Oviedo Sequeira, Paula Elvira Avelares López. A mi hermana por motivarme y ayudarme de diferentes formas a continuar con esfuerzo mi carrera profesional Angeli Silenia Oviedo Avelares.

A mi abuelita paternal por brindarme su apoyo incondicional dándome donde vivir y su respaldo Laura Estela Oviedo.

A mi abuelita maternal porque siempre confía en mi, siempre me apoyo y me aconsejo y sus oraciones me bendicieron, Lidia del Carmen López.

A mi novia por toda su comprensión, amor y dedicación que me ha brindado Chepita Clementina García Pichardo.

Br. Miguel Antonio Oviedo Avelares

AGRADECIMIENTOS

A *Dios* por darnos la fuerza y sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios y por dejarnos sentir que estamos vivos cada día que pasa y que tenemos un deber en este mundo, por todo esto te ofrecemos la cosecha de nuestras vidas.

Al *Ing. M.Sc.* Alvaro Benavides Gonzáles por el asesoramiento, por transmitir sus conocimientos, por su apoyo y colaboración, y por el tiempo que nos dedicó para la realización del presente Trabajo de Diploma.

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

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que formaron parte de nuestra formación profesional.

Al señor Bayardo Tercero por facilitarnos la finca para montar y manejar el ensayo.

A nuestros compañeros en especial a los *Ings.* Hubert Rafael Tercero y Oscar Danilo Tórrez por brindarnos su ayuda incondicional.

Br. Javier Antonio Obregón Ortiz
Br. Miguel Antonio Oviedo Avelares

C O N T E N I D O

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>ii</i>
INDICE DE CUADROS	<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 experimento	3
2.2 Material biológico	4
2.3 Descripción del experimento y tratamientos	5
2.4 Manejo agronómico del ensayo	7
2.4.1 Preparación del suelo	7
2.4.2 Control de malezas y plagas	7
2.5 Variables utilizadas	8
2.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo	8
2.5.2 Variables de mazorca, grano y rendimiento	9
2.6 Análisis estadístico	11
2.7 Análisis económico de los tratamientos evaluados	13
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
3.1 Análisis de varianza en los factores estudiados	14
3.2 Comparación de medias en las variables y factores estudiados	16
3.2.1 Variables de crecimiento y desarrollo	16
3.3 Variables de de rendimiento	21
3.4 Modelos de respuesta del rendimiento	25
3.5 Análisis económico	28
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
VIII ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis químico-físico del suelo de la finca Guadalupe, comarca El Pellizco, departamento de Chinandega.	3
Cuadro 2. Características sobresalientes de la variedad de polinización libre TLAYOLLY.	5
Cuadro 3. Descripción de los factores evaluados	6
Cuadro 4. Dimensiones del área experimental	6
Cuadro 5. Coeficientes de polinomios ortogonales para determinar respuesta.	12
Cuadro 6. Significancia estadística ($Pr > F$) y parámetros estadísticos en los factores y variables estudiadas.	15
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).	19
Cuadro 8. Comparación de valores medios para las variables ancho de hoja (cm), área de la hoja (cm ²), número de hojas y número de ramas primarias en la panoja.	20
Cuadro 9. Comparación de valores medios para las variables longitud del eje principal de la panoja (cm), longitud de la panoja (cm), peso de mazorca (g) y longitud de mazorca (cm).	22
Cuadro 10. Comparación de valores medios para las variables distancia apical (cm), longitud de grano (mm), peso de mil granos (g) y rendimiento (kg ha ⁻¹).	25
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 la variedad TLAYOLLY.	26
Cuadro 12. Análisis de dominancia de los tratamientos estudiados.	29
Cuadro 13. Análisis marginal de los tratamientos estudio.	30
Cuadro 14. Análisis de presupuesto parcial para la siembra de una hectárea del cultivar TLAYOLLY.	31

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Promedios de temperatura (Temp.), humedad relativa (H.R.) y precipitación (Pp). Estación Metereológica de Chinandega. INETER, 2004.	4
Figura 2. Efecto de interacción en el rendimiento de la variedad TLAYOLLY.	27
Figura 3. Comportamiento del rendimiento en el cultivar TLAYOLLY para los tratamientos evaluados.	28

ANEXO DE FIGURAS

	Página
Figura 1A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de entrenudos.	39
Figura 2A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho de hoja.	39
Figura 3A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de ramas primarias.	39
Figura 4A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del eje principal.	40
Figura 5A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del pedúnculo.	40
Figura 6A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de hojas.	40
Figura 7A. Valores medios de los efectos principales en la variable espesor del grano.	41
Figura 8A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho del grano.	41
Figura 9A. Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.	41
Figura 10A. Valores medios de los efectos principales en la variable peso del olote.	42
Figura 11A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de brácteas.	42
Figura 12A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de grano.	42

ANEXO DE CUADROS

	Página
Cuadro 1A. Valores medios de la interacción de la variable altura de planta y altura a la primera mazorca	43
Cuadro 2A. Valores medios de la interacción de la variable diámetro de planta y número de entrenudos	43
Cuadro 3A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de hoja y ancho de hoja	43
Cuadro 4A. Valores medios de la interacción de la variable área foliar y número de ramas primarias en la panoja	43
Cuadro 5A. Valores medios de la interacción de la variable longitud del eje principal de la panoja y longitud del pedúnculo de la panoja	40
Cuadro 6A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de la panoja y número de hojas en el tallo	44
Cuadro 7A. Valores medios de la interacción de la variable número de plantas cosechadas y número de mazorcas en laparcela útil	44
Cuadro 8A. Valores medios de la interacción de la variable peso de mil granos y peso de la mazorca	44
Cuadro 9A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de mazorca y diámetro de mazorca	45
Cuadro 10A. Valores medios de la interacción de la variable peso del olote y número de brácteas	45
Cuadro 11A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de bráctea y distancia apical	45

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en la Comarca El Pellizco (Chichigalpa), Chinandega; situado a 67 msnm, 12° 47' 43" Latitud Norte y 86° 22' 14" Longitud Oeste, con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de siembra (35,000, 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹) y cuatro niveles de fertilización nitrogenada (68.18, 90.91, 113.64 y 136.37 kg ha⁻¹ de Urea 46% N) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la variedad TLAYOLLY. El ensayo se estableció en junio del año 2003. 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 (ANDEVA) y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95% de confianza ($\alpha=0.05$). También se determinó la respuesta de la fertilización nitrogenada para cada densidad mediante el método de polinomios ortogonales. Los resultados del estudio determinó que el factor densidad presentó efecto significativo sobre variables del tallo, panoja y rendimiento de granos, principalmente. De igual manera, la altura a la primera mazorca, área foliar, distancia apical y rendimiento de granos, entre otras variables, fueron afectadas por los niveles de fertilización nitrogenada. Los niveles de nitrógeno para cada una de las densidades poblacionales presentaron respuesta significativa para el modelo lineal. Los resultados del análisis económico mostraron que la mejor relación beneficio costo se obtiene al hacer uso de la dosis de 113.64 y 136.37 kg ha⁻¹ con las densidades poblacionales de 50,000 y 62,500 ptas. ha⁻¹.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) tiene su centro de origen en el área de Mesoamérica (Sánchez y Ruíz, 1995) y junto con el trigo (*Triticum vulgare* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.) constituye uno de los recursos naturales renovables más relevante en la historia de la humanidad (FAO, 2000).

La producción de maíz en Nicaragua es afectada por múltiples factores como son el uso de variedades criollas de bajo potencial de rendimiento, la irregularidad de las precipitaciones y los limitados recursos de los agricultores (López, 2004). Los rendimientos históricos por unidad de superficie oscilan entre 1161.7 y 1290.8 kg ha⁻¹; sin embargo, se observa a través del tiempo aumentos en la producción por el incremento de las áreas sembradas y no por la productividad del mismo (MAG-FOR, 2002; citados por Urbina y Bird, 2002). Debido a esto, es esencial establecer experimentos con materiales mejorados en las condiciones agroecológicas de los agricultores para que éstos conozcan el comportamiento agronómico, sanitario y productivo de variedades sintéticas de maíz liberadas comercialmente por el INTA y compañías privadas productoras de semilla (Urbina y Bird, 2002).

Con el propósito de llegar a los pequeños y medianos productores nuevas y mejores variedades de maíz que atenúen los efectos negativos del ambiente, el INTA evaluó en parcelas experimentales de agricultores el cultivar TLAYOLLY para determinar su comportamiento agronómico, estabilidad de rendimiento y aceptación por parte de los agricultores (Ortega *et al.*, 2004).

Las subsiguientes evaluaciones de este material genético en áreas específicas son de mucha importancia en la búsqueda de alternativas viables de producción para el agricultor. Por lo antes mencionado, esta investigación brindará información sobre el efecto de la densidad poblacional y niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y adaptabilidad de la variedad TLAYOLLY, por lo que el presente estudio se propone los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Contribuir al incremento de la producción del maíz en el municipio de Chichigalpa, mediante el estudio de tres densidades de siembra y cuatro dosis de fertilización en la variedad de polinización libre TLAYOLLY.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de los niveles de nitrógeno sobre las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento en la variedad TLAYOLLY.
- Determinar el efecto de tres densidades poblacionales sobre las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento en la variedad TLAYOLLY.
- Determinar el efecto de interacción en los factores evaluados sobre las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento en la variedad TLAYOLLY.
- Establecer la respuesta en el rendimiento de granos del cultivo de maíz en base a la fertilización nitrogenada.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del experimento

El ensayo se estableció en la Comarca El Pellizco Número 1, Finca Guadalupe (propiedad del Sr. Bayardo Tercero Altamirano), Chichigalpa, departamento de Chinandega. La zona se dedica a la actividad agrícola y ganadera, y presenta terrenos relativamente planos y suelo franco-arenoso a franco-limoso . En el Cuadro 1 se presentan algunas características químicas y físicas del suelo en la que se estableció el experimento.

Cuadro 1. Análisis químico-físico del suelo de la finca Guadalupe, Comarca El Pellizco, departamento de Chinandega.

pH (H ₂ O)	MO %	N %	P Ppm	(Meq/100 g)	Partículas		
				K	Arcilla	Limo	Arena
6.53	3.78	0.18	13.94	1.36	15.04	24	60.96

Fuente: Laboratorio de suelo y agua (UNA, 2004)

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) medio, potasio (K) alto, y suelo franco-arenoso.

La zona se encuentra en una Latitud 12° 47' 43" N, Longitud 87° 22' 14" O y una altitud de 67 msnm. El clima corresponde a tropical de sabana que se caracteriza por ser caliente, subhúmedo con lluvias en el verano y régimen de temperatura isotérmico. La clasificación bioclimática corresponde a zonas de vida subtropical húmeda y caliente en las planicies

de Chinandega (MAG, 1997). Las precipitaciones, humedad relativa y temperatura promedio del 2003 se presentan en la Figura 1.

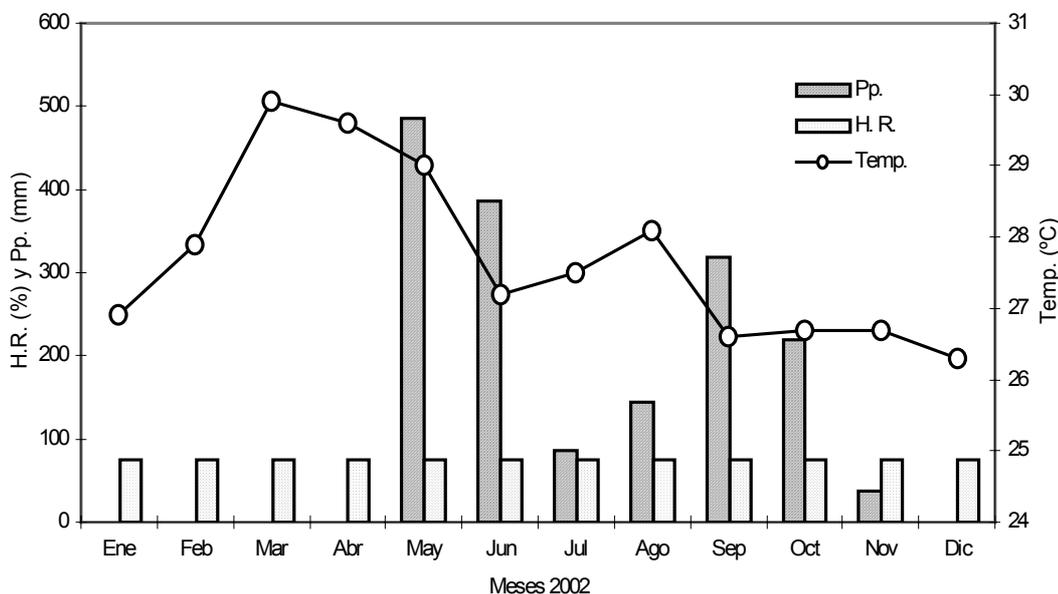


Figura 1. Promedios de temperatura (Temp.), humedad relativa (H.R.) y precipitación (Pp.). Estación Meteorológica de Chinandega. INETER, 2004.

2.2 Material biológico

En el presente trabajo se evaluó la variedad de polinización libre TLAYOLLY que en Nahuatl significa “algo que da vida”. Es una variedad de grano blanco que provino de la población S9TLWGH A y B, esta variedad sintética fue desarrollada a través de 8 líneas endogámicas S₉-S₁₆ desarrolladas de diferentes poblaciones con tolerancia a diferentes estrés y seleccionadas en base a su comportamiento en cruces de prueba avanzada (ACG) a través de localidades, 5 líneas provenientes del grupo heterótico A y 3 del grupo heterótico B (Información proporcionada por el Ing. Alberto Espinoza, CNIA-INTA). En el Cuadro 2 se presentan algunas características relevantes del material genético estudiado.

Cuadro 2. Características sobresalientes de la variedad de polinización libre TLAYOLLY

Origen	Variables	Características agronómicas
Líneas: S ₉ -S ₁₆	Días a flor femenina	60-62 días
	Días a flor masculina	58-60 días
Población: S9TLWGH A y B	Altura de la planta	205-210 cm
	Altura a la primera mazorca	115-130 cm
	Color del grano	Blanco
	Tipo de grano	Semidentado
	Textura del grano	Semi-cristalino
	Cosecha	115-120 dds
	Rendimiento de grano	75-80 qq/mz
	Tolerante	A enfermedades foliares

Fuente: INTA, 2004

2.3 Descripción del experimento y tratamientos

El establecimiento del ensayo se realizó en la primera semana del mes de junio (06) del 2003 y se utilizó la variedad TLAYOLLY como material genético (Cuadro 2).

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 sobre la variedad TLAYOLLY.

El ensayo correspondiente a un bifactorial se organizó de manera 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 se azarizaron en las parcelas grandes y pequeñas, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de los factores evaluados

	Factor A	Factor B	
	Densidad poblacional (ptas. ha ⁻¹)	Fertilización Urea 46% N (kg ha ⁻¹)*	
Nivel	a ₁ . 35,000	b ₁ . 68.18	100% a la siembra **
	a ₂ . 50,000	b ₂ . 90.91	75% a la siembra y 25% a los 40 dds
	a ₃ . 62,500	b ₃ . 113.64	60% a la siembra y 40% a los 40 dds
		b ₄ . 136.37	50% a la siembra y 50% a los 40 dds

* No se incluye la cantidad de nitrógeno aplicado por medio del completo NPK

** Control (Testigo)

dds = Días después de la siembra

Estos arreglos de tratamientos (fertilización con Urea 46% N) fueron propuestos y discutidos por productores de la zona. 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) para el nivel a₁, 25 centímetros (50 mil ptas. ha⁻¹) para el nivel a₂ y 10 centímetros (62.5 mil ptas. ha⁻¹) para el nivel a₃. Con respecto al factor fertilización se utilizaron las dosis de 68.18 kg ha⁻¹ (1.5 qq ha⁻¹), 90.91 kg ha⁻¹ (2.0 qq ha⁻¹), 113.64 kg ha⁻¹ (2.5 qq ha⁻¹) y 136.37 kg ha⁻¹ (3.0 qq ha⁻¹). Se utilizaron cinco surcos por parcelas que tuvieron una longitud de 6 metros, de los cuales se tomaron los tres surcos centrales de la parcela útil, dejando un metro de borde en el surco.

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 de 1500.00 m² incluyó defensas internas y externas (Cuadro 3).

Cuadro 4. Dimensiones del área experimental

Componente	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Total	50.00	30.0	1500.00
Ensayo	48.00	30.0	1440.00
Parcela	6.00	4.00	24.00
Parcela Útil	4.00	2.40	9.6

2.4 Manejo agronómico del ensayo

2.4.1 Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó según metodología del productor: una chapoda 15 días antes del pase de arado y un pase de arado con tracción motriz, seguida de un pase de grada cinco días antes de la siembra, y otro gradeo en el momento de la siembra para nivelar el terreno y conformar los surcos con tracción animal.

2.4.2 Control de malezas y plagas

El control de malezas se realizó de forma manual con azadón a los 15 después de la siembra (dds), y de forma mecánica con cultivadora a los 20-25 después de la siembra.

Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) y larvas de elotero (*Heliothis zea* Boddie) se aplicó Lorsban (Clorpyrifos) a razón de 1.4 litro ha⁻¹ y se procedió a aplicar al cogollo de la planta.

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 (61 dds). A continuación se presentan las variables utilizadas.

Altura de planta (ALT), se midió en cm 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 cm en la parte media del primer entrenudo.

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

Ancho de la hoja (AHO) y longitud de la hoja (LHO), 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 $AHO \cdot LHO$ multiplicado por la constante 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.

Distancia apical en la mazorca (DAP), se registró la distancia apical de la tuza (brácteas) en cm.

2.5.2 Variables de mazorca, grano y rendimiento

Se tomaron a la cosecha (115-120 dds) y la medición de estas variables se basó sobre 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 brácteas (LBR), se midió en cm desde la base de la mazorca hasta el ápice de la bráctea.

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 la parcela útil en gramos.

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 (NGH), el número de granos se contó en las hileras de cada mazorca.

Longitud del grano (LGR), se conformó 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

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

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

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

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).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \varepsilon_{ik} + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

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
τ_i	Es el efecto de la i-ésima densidad poblacional (35, 50 y 62.5 mil ptas. ha ⁻¹)
ε_{ik}	Es el error para evaluar la parcela grande
α_j	Es el efecto de la j-ésima fertilización nitrogenada (68.18, 90.91, 113.64 y 136.37 kg ha ⁻¹ de Urea 46%)
$(\tau\alpha)_{jk}$	Es el efecto de la i-ésima densidad poblacional y la j-ésima fertilización nitrogenada (tratamientos o interacciones)
ε_{ijk}	Es el error para evaluar la parcela pequeña

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y 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 utilizó 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 se encuentra espaciada a intervalos equidistantes o iguales. Esta técnica se aplicó a los niveles de fertilización nitrogenada (68.18, 90.91, 113.64 y 136.37 kg ha⁻¹ de Urea 46%), ya que los intervalos equidistantes a partir de 68.18 es de 22.73 kg (0.5 qq). Para ésto se recopilaron los siguientes coeficientes ortogonales, los cuales se pueden recurrir a 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 el CIMMYT (1998) y Reyes (2002):

Costos variables. Se tomó en cuenta cada uno de los tratamientos donde se incluyeron 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 expresada en kg ha^{-1} .

Rendimiento ajustado. Es el rendimiento obtenido disminuido en un 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.

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 DISCUSION

La caracterización tiene por objeto la toma de datos de diferentes descriptores, ya sean agronómicos, fisiológicos, morfológicos, genéticos o bioquímicos, todos con el fin de describir y diferenciar cultivares (IPGRI, 2000).

3.1. Análisis de varianza en los factores estudiados

El análisis de varianza (ANDEVA) conformado indica que no hubo efecto en el bloqueo en las variables evaluadas, con excepción del número de hojas (NHO) en el tallo [(Pr >F)=0.0483], la cual resultó significativa.

Con respecto a la densidad poblacional, las variables altura de la planta (ALT), altura a la primera mazorca (APM), diámetro del tallo (DTA), longitud de la hoja (LHO), área de la hoja (ARH), longitud de la panoja (LPA) y su eje principal (LEP), peso (PMZ) y longitud de mazorca (LMZ), y rendimiento (REN) presentaron efecto significativo superior al 95% de confianza ($\alpha=0.05$).

Los niveles de fertilización aplicados tuvieron efecto sobre las variables APM [(Pr >F)=0.0176)], DTA [(Pr >F)=0.0500)] y ARE [(Pr >F)=0.0496)]. La distancia apical (DAP) o cobertura de la mazorca, así como la longitud del grano (LGR) y el peso de mil granos (PMG) también se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 6).

En cuanto al efecto de interacción, el ANDEVA detectó significancia estadísticas solamente en las variables longitud de panoja (LPA) y diámetro del tallo [(Pr >F)=0.0114)], lo que hace indicar que los factores evaluados se comportaron de forma dependiente en dichas variables.

En el Cuadro 6 se puede apreciar la significancia estadística y otros parámetros estadísticos de interés.

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	0.4000	0.0353	0.7021	0.3121	0.954	23.41	5.89
APM	0.1128	0.0071	0.0176	0.5530	0.669	4.70	8.19
DTA	0.4142	0.0166	0.0501	0.0175	0.814	14.30	11.84
NEN	0.0652	0.7621	0.2555	0.3885	0.815	10.07	4.92
LHO	0.9085	0.0319	0.0740	0.1469	0.866	18.26	8.79
AHO	0.8451	0.0465	0.5831	0.4416	0.676	41.98	17.70
ARH	0.2187	0.0404	0.0496	0.2720	0.771	12.39	9.34
NHO	0.0483	0.5507	0.2743	0.4917	0.603	13.25	14.04
NRP	0.2788	0.4735	0.4714	0.4259	0.668	21.36	12.53
LEP	0.8205	0.0072	0.2622	0.1280	0.713	11.48	14.77
LPP	0.8574	0.6442	0.2686	0.3760	0.543	37.03	26.67
LPA	0.1790	0.0306	0.2997	0.0114	0.766	6.90	6.53
LBR	0.3480	0.6803	0.3234	0.8217	0.607	17.54	10.52
DAP	0.0590	0.6789	0.0145	0.0780	0.820	8.98	7.98
PMZ	0.6785	0.0397	0.3094	0.1839	0.765	32.70	10.78
LMZ	0.3210	0.0389	0.2980	0.5679	0.710	15.56	14.87
DMZ	0.2533	0.7850	0.3956	0.7980	0.500	19.79	18.62
NHL	0.6647	0.9337	0.5272	0.3382	0.562	15.05	9.22
NGR	0.4157	0.9676	0.0540	0.5972	0.800	25.71	15.08
LGR	0.4430	0.6446	0.0118	0.3938	0.690	22.31	13.63
PMG	0.3980	0.0569	0.0467	0.5678	0.870	10.67	9.89

REN	0.1238	0.0302	0.0019	0.4556	0.764	16.08	14.19
-----	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

Den*Fer = Densidad*Fertilidad, R² = Coeficiente de determinación, CV(a) = Coeficiente de variación para evaluar la parcela grande, CV(b) = Coeficiente de variación para evaluar la parcela pequeña, Si Pr ≤ 0.05 es significativo (α=0.05), de lo contrario es no significativo (Pr > 0.05)

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

3.2 Comparación de variables y factores estudiados

3.2.1 Variables de crecimiento y desarrollo

El aumento en tamaño o peso en la conformación de materia seca, es lo que se denomina crecimiento; en cambio el desarrollo son los procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de eventos sucesivos (Cronquist, 1992; Greulach & Adams, 1980; citados por Camacho y Bonilla, 1999).

Altura de la planta (ALT)

La altura de planta es una variable influenciada por la luz, calor, humedad y nutrientes, entre otros (Reyes, 1990).

Gámez y Cortéz (1998), afirman que las densidades de siembra en el maíz afectan significativamente esta variable; asimismo Rivera y Morales (1997) concluyen que a mayores densidades poblacionales la altura de planta

puede disminuir; esto obedece a que hay un incremento en la competencia entre plantas, así como el espacio ocupado.

En el presente estudio la variedad TLAYOLLY presentó la mayor altura con la menor densidad poblacional (35,000 ptas. ha⁻¹) con una altura promedio de 196.53 cm. La altura de planta descendió cuando aumentó la densidad de 50,000 a 62,500 ptas. ha⁻¹ (Cuadro 7). Resultados similares obtuvieron Camacho y Bonilla (1999), al evaluar tres densidades similares en NB-12.

Los resultados del Cuadro 7, indican que los niveles de fertilización no tuvieron efecto sobre la altura; sin embargo, los mayores valores se encontraron en el nivel de fertilización b₂ con 164.51 cm (en dosis de 90.91 kg ha⁻¹ de Urea 46% N) aplicados el 60% en la siembra y el 40% antes de la floración (40 dds).

Según Benavides y Siles (1990), la altura también es influenciada por el factor nitrógeno, ya que altura de planta es mayor cuando se aumenta la cantidad de nitrógeno aplicado.

Altura de la primera mazorca (APM)

Flores y Durán (1997), Camacho y Bonilla (1999), reportan que la altura de inserción a la primera mazorca es influenciada por el incremento en las densidades. Menocal (1990) concluye que un aumento en la población causa incremento en la altura de inserción de mazorca.

En este estudio, las mayores alturas a la primera mazorca se obtuvieron en las menores densidades poblacionales (Cuadro 7), esto tiene mucha relación con la variable altura de planta, ya que según Marini *et al.*, (1993) éstas variables están altamente correlacionadas.

Los valores medios del Cuadro 7 señalan que si existió diferencia significativa en los niveles de fertilización nitrogenada, observándose la mayor altura de inserción en el nivel b₄ (136.37 kg ha⁻¹ de Urea 46 aplicados 50% y 50% en la siembra y antes de floración, respectivamente) y la menor con 77.41 cm (68.18 kg ha⁻¹ Urea 46% aplicado el 100% en la siembra).

Diámetro de la planta (DPL)

Cuadra (1988), Camacho y Bonilla (1999) afirman que el diámetro del tallo está influenciado por los contenidos de nutrientes, entre ellos el nitrógeno y por la densidad usada.

El Cuadro 7, muestra que existe significancia estadística en los factores densidad y fertilización. En el caso de la densidad, la población de 35,000 ptas. ha⁻¹ con un promedio de 1.85 cm estuvo representada por la primer categoría estadística.

Cuadra (1988), Alvarado y Centeno (1994), al evaluar NB-6 con densidades poblacionales y fertilización nitrogenada similar encontraron diferencias altamente significativas en este carácter obteniendo el mayor diámetro para la población superior.

Longitud de hoja (LHO)

Los resultados obtenidos demostraron que no existe diferencia estadísticas para el factor densidad. La mayor longitud de hoja fue para a1 (35,000 ptas. ha⁻¹). Los niveles de fertilización aplicados, sí tuvieron efecto significativo para la variable LHO, se observó que las hojas de mayor longitud en la variedad TLAYOLLY se midieron 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				
a1	196.53 a	a1 89.98 a	a1 1.85 a	a1 90.78 a
a2	153.28 b	a2 80.94 b	a3 1.45 b	a2 70.06 b
a3	133.93 c	a3 80.63 b	a2 1.43 b	a3 69.08 b
DSH	8.15	5.89	0.16	5.78
Fertilización				
b2	164.51 a	b4 87.58 a	b3 1.67 a	b2 80.38 a
b3	160.40 a	b3 87.42 a	b4 1.64 a	b4 78.17 ab
b1	160.16 a	b2 83.00 ab	b2 1.57 ab	b3 76.37 ab
b4	159.90 a	b1 77.41 b	b1 1.42 b	b1 71.63 b
DSH	9.420	6.800	0.180	6.680

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=68.18 kg Urea 46%, b2=90.91 kg Urea 46%, b3=113.64 kg Urea 46%, b4=136.37 kg Urea 46%

Ancho de hoja (AHO)

Los resultados obtenidos demostraron que existió efecto significativo para el factor densidad, con el menor ancho de hoja la densidad a1 (35,000 ptas. ha⁻¹). Los niveles de fertilización aplicados no fueron efectivos (Cuadro 8).

Area de la hoja (ARH)

Estudios realizados por Camacho y Bonilla (1999) no encontraron diferencia significativa en cuanto a esta variable cuando estudiaron diferentes densidades y fertilización nitrogenada similares en NB-12.

Los factores evaluados exhibieron diferencias estadísticas, los mayores valores promedios de área foliar se detectaron en las mayores densidades de siembra. Por otro lado, el mayor nivel de fertilización (b4) obtuvo el menor valor de área foliar con 537.53 cm² (Cuadro 8).

Número de hojas en el tallo (NHO) y ramas por panoja (NRP)

El número de hojas varió significativamente en las densidades poblacionales (Cuadro 8), los valores oscilaron entre 8.18 cm (a1) y 9.64 cm (a2). El factor fertilización no presentó diferencias estadísticas, no obstante el mayor número de hojas se midieron en b2 (11.30 hojas) y el menor en b3 (10.06 hojas).

Con respecto al número de ramas por panoja, el comportamiento fue similar a NHO en cuanto a la densidad. El mayor número de ramas primarias en la panoja la exhibió a2 con el valor promedio de 8.44, a3 con 7.81 y a1 con 7.53 ramas. Los resultados del Cuadro 8, no indicaron efecto significativo para los niveles de fertilización, obteniéndose los mayores promedios en b2 y los menores en b1.

Cuadro 8. Comparación de valores medios para las variables ancho de hoja (cm), área de la hoja (cm²), número de hojas y número de ramas primarias en la panoja.

	AHO	ARH	NHO	NRP
Densidad				
	a2 9.64 a	a2 627.37 a	a2 9.64 a	a2 8.44 a
	a3 8.69 ab	a1 564.55 b	a3 8.69 ab	a3 7.81 ab
	a1 8.18 b	a3 512.83 c	a1 8.18 b	a1 7.53 b
DSH	1.34	45.53	1.25	0.85
Fertilización				
	b2 9.48 a	b2 597.59 a	b2 11.30 a	b2 8.33 a
	b3 8.64 a	b3 593.14 ab	b1 10.23 a	b4 7.91 a
	b1 8.62 a	b1 544.73 bc	b4 10.17 a	b3 7.89 a
	b4 8.61 a	b4 537.53 c	b3 10.06 a	b1 5.58 a
DSH	1.550	52.570	1.450	2.850

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=68.18 kg Urea 46%, b2=90.91 kg Urea 46%, b3=113.64 kg Urea 46%, b4=136.37 kg Urea 46%

Longitud del eje principal de panoja (LEP)

La longitud del eje de la panoja varió estadísticamente en las densidades, en cambio los niveles de fertilización nitrogenada no tuvieron efecto sobre este carácter. Los mayores valores promedios en los factores se presentaron en a2 (50,000 ptas. ha⁻¹) y b3 (113.64 kg Urea 46%) con 31.81 y 30.46 cm, respectivamente (Cuadro 9).

Longitud de la panoja (LPA)

La longitud de la panoja fue afectada significativamente en el factor densidad poblacional, mostrando los mayores promedios la densidad de 35,000 ptas. ha⁻¹ con 60.92 cm (Cuadro 9). En cuanto, al factor fertilidad

en estudio no hubo diferencia significativa en esta variable, las mayores longitudes se midieron en el nivel de 113.37 kg ha⁻¹ (Cuadro 9).

3.3 Variables de rendimiento

Peso de mazorca (PMZ)

El factor densidad poblacional mostró diferencia significativa para esta variable, los mayores valores promedios se reportaron en la densidad de 35,000 ptas. ha⁻¹, y el menor valor de 185.79 gramos en el nivel a3 (Cuadro 9). La fertilización nitrogenada no tuvo efecto sobre el peso de mazorcas; aunque los más altos valores promedios se obtuvieron en los mayores niveles de fertilización (Cuadro 9).

Longitud de mazorca (LMZ)

López (1991); Camacho y Bonilla (1999), no encontraron diferencia significativa en sus estudios, pero sus resultados presentan un incremento de la longitud de la mazorca al disminuir las densidades. López (1991) afirma que al incrementar las densidades de siembra en el cultivo del maíz disminuye la longitud de la mazorca.

El Cuadro 9, demuestra que el factor densidad poblacional afectó de manera sigficativa la longitud de mazorca, no así los niveles de fertilización nitrogenada. Los valores fluctuaron entre 17.67 y 18.69 cm para la densidad, y entre 17.31 y 16.72 para la fertilización.

Cuadro 9. Comparación de valores medios para las variables longitud del eje principal de la panoja (cm), longitud de la panoja (cm), peso de mazorca (g) y longitud de mazorca (cm).

	LEP	LPA	PMZ	LMZ
Densidad				
	a2 31.81 a	a1 60.92 a	a1 200.04 a	a2 18.69 a
	a1 30.34 a	a2 57.02 b	a2 198.14 ab	a1 18.21 ab
	a3 23.57 b	a3 53.93 b	a3 185.79 b	a3 17.67 b
DSH	3.62	3.21	18.709	1.015
Fertilización				
	b3 30.46 a	b3 58.77 a	b3 192.04 a	b4 17.31 a
	b2 29.19 a	b1 57.77 a	b4 188.03 a	b3 17.27 a
	b4 28.20 a	b4 57.26 a	b2 187.77 a	b2 17.17 a
	b1 26.44 a	b2 55.36 a	b1 181.46 a	b1 16.72 a
DSH	4.180	3.710	16.990	1.034

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=68.18 kg Urea 46%, b2=90.91 kg Urea 46%, b3=113.64 kg Urea 46%, b4=136.37 kg Urea 46%

Distancia apical (DAP)

Camacho y Bonilla (1999) no reportan diferencias significativas en esta variable al estudiar NB-12 con densidades similares a las del presente estudio, estos mismos resultados también se obtuvieron el Cuadro 10 para la variedad TLAYOLLY.

Asimismo, el Cuadro 10 muestra efecto significativo en la fertilización nitrogenada, obteniéndose la mayor cobertura de mazorca con el nivel de 90.91 kg ha⁻¹.

Longitud de grano (LGR)

La longitud del grano fue afectada significativamente por la fertilización nitrogenada empleada, no así en los niveles de densidades. Los máximos valores se obtuvieron con el nivel de 90.91 kg ha⁻¹ de Urea 46%. El Cuadro 10 resume los valores medios de la longitud de grano.

Peso de mil granos (PMG)

La significancia estadística en los factores estudiados para el peso de mil granos fue semejante a la longitud del grano (Cuadro 10). Baca (1989), Rivera y Morales (1997) no encontraron respuestas significativas para el PMG, al estudiar niveles de nitrógeno en NB-6 y NB-12.

El factor fertilización nitrogenada de esta variable presentó diferencia significativa para los niveles de nitrógeno, con los mayores valores en los más altos niveles (Cuadro 10).

Rendimiento (REN)

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 (Tapia, 1980). De la misma manera, Ponce (1990) asevera que el rendimiento en el cultivo de maíz está relacionado con el

empleo de fertilizantes, aporte de humedad, densidad poblacional, y el potencial de rendimiento de la variedad.

El ANDEVA realizado al rendimiento alcanzado mostró significancia estadística en los efectos principales (densidad y fertilización). Los mayores rendimientos individuales se obtuvieron con la más alta densidad y los promedios oscilaron entre 6,278.0 y 5024.2 kg ha⁻¹. El comportamiento del rendimiento en los niveles de fertilización fue semejante a las densidades (Cuadro 10).

López (2004), evaluando cultivares de maíz en Chinandega con densidad poblacional de 35,000 ptas ha⁻¹ y 129 kg ha⁻¹ de Urea 46% en dos aplicaciones (25 y 35 días después de la germinación) alcanzó un rendimiento comercial en la variedad TLAYOLLY de 4880 kg ha⁻¹; en cambio los otros materiales presentaron los siguientes rendimientos: Perlita con 4541.0 kg ha⁻¹, Obatampa africano con 4528.0 kg ha⁻¹ y Nutrinta amarillo con 4484.0 kg ha⁻¹.

Cuadro 10. Comparación de valores medios para las variables distancia apical (cm), longitud de grano (mm), peso de mil granos (g) y rendimiento (kg ha⁻¹).

	DAP	LGR	PMG	REN
Densidad				
a1	6.22 a	a2 7.75 a	a2 273.22 a	a3 6278.9 a
a3	5.98 a	a3 7.58 a	a3 265.83 a	a2 5280.7 ab
a2	5.88 a	a1 7.10 a	a1 264.17 a	a1 5024.2 b
DSH	1.351	1.892	99.305	1083.100
Fertilización				
b2	6.80 a	b3 8.40 a	b3 310.00 a	b4 6514.1 a
b1	6.18 ab	b4 7.69 ab	b4 308.22 ab	b3 5567.3 ab
b4	6.02 ab	b1 7.19 bc	b2 260.56 b	b2 5124.0 b
b3	5.50 b	b2 6.63 c	b1 253.33 b	b1 4906.2 b
DSH	1.112	1.001	28.598	1045.0

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=68.18 kg Urea 46%, b2=90.91 kg Urea 46%, b3=113.64 kg Urea 46%, b4=136.37 kg Urea 46%

En el Anexo (Figuras 1A-11A, Cuadros 1A-12A) se presentan los valores medios de las variables que no resultaron significativas estadísticamente.

3.4 Modelos de respuesta del rendimiento

En el Cuadro 11 se puede apreciar el análisis de tendencia del rendimiento en la variedad TLAYOLLY. Este cuadro indica que la respuesta del rendimiento para la densidad poblacional de 35,000 ptas. ha⁻¹ presentó una significancia estadística del 99.25% [(Pr>F)=0.0075] para el modelo lineal. La densidad de 50,000 ptas. ha⁻¹ se ajustó al modelo lineal [(Pr>F)=0.0203] y cuadrático [(Pr>F)=0.0354]. De igual manera, el comportamiento de la densidad poblacional de 62,500 fue significativa para un modelo lineal con un nivel de confianza del 96.25% [(Pr>F)=0.0375].

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 la variedad TLAYOLLY

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Pr > F
Bloque	2	5740603.960	2870301.980	5.179	0.0280
Densidad	2	10546071.820	5273035.910	9.516	0.0070
Bloque*Densidad	4	2216473.110	554118.2.0		
Fertilidad	3	13715295.190	4571765.060	7.431	0.0020
Den*Fer	6	3688762.210	614793.700	0.999	0.0990
35,000 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	5581439.000	5581439.000	9.070	0.0075
Cuadrático	1	43236.007	43236.007	0.070	0.7939
Cubico	1	620227.668	620227.668	1.010	0.3287

50,000 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	3984608.940	3984608.940	6.480	0.0203
Cuadrático	1	3184245.187	3184245.187	5.180	0.0354
Cubico	1	122736.128	122736.128	0.200	0.6605
62,500 ptas. ha ⁻¹					
Lineal	1	3102327.248	3102327.248	5.040	0.0375
Cuadrático	1	3184245.187	3184245.187	0.160	0.6904
Cubico	1	664422.220	664422.220	1.080	0.3125
Error	18	11074064.300	615225.790		

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 y Lozano (1992), 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.

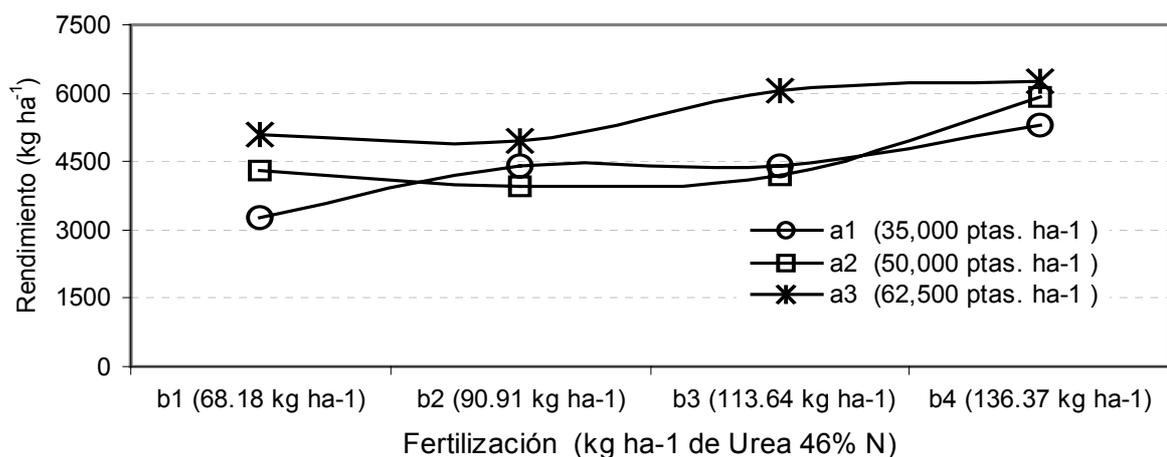


Figura 2. Efecto de interacción en el rendimiento de la variedad TLAYOLLY.

En la presente investigación, los tratamientos evaluados que presentaron los más bajos rendimientos fueron a1b1 (35,000 ptas. ha⁻¹ y 68.18 kg ha⁻¹ de Urea 46% N) con 3262.0 kg ha⁻¹. Los mayores rendimientos comerciales se obtuvieron en los tratamientos a3b3 y a3b4 (Figura 3).

Ortega *et al.* (2004) manejando ensayos en diferentes localidades, reportan promedios de rendimiento en el cultivar TLAYOLLY de 5210.0 kg ha⁻¹ en ambientes favorables y de 2920.0 kg ha⁻¹ en ambientes desfavorables. Por otro lado Castillo (2004) indica rangos de 2520.0 y 4858.0 kg ha⁻¹ en ambientes favorables y de 1031.0 y 2480.0 kg ha⁻¹ para ambientes desfavorables.

La Figura 3 muestra los rendimientos promedios comerciales obtenidos en el presente estudio.

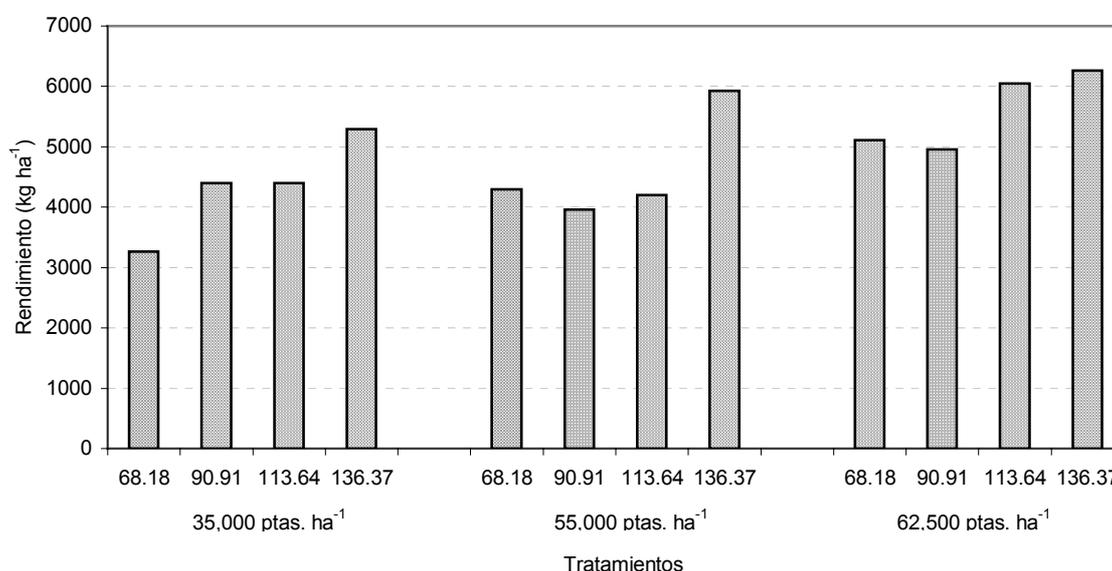


Figura 3. Comportamiento del rendimiento en el cultivar TLAYOLLY para los tratamientos evaluados.

3.5 Análisis económico

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 cultivar TLAYOLLY.

Según el análisis de dominancia, sólo tres tratamientos no fueron dominados correspondiente al tratamiento testigo con la densidad poblacional 35,000 ptas. ha⁻¹ (a1b1) y 68.18 kg ha⁻¹ de Urea 46%, la densidad poblacional de 35,000 ptas. ha⁻¹ (a1b3) y el nivel de 113.64 kg ha⁻¹, y a2b4 (50,000 ptas. ha⁻¹ y 136.37 kg ha⁻¹ de Urea 46%).

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 estudiados

Tratamientos	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia
a1b1	734	5079	ND
a1b2	794	7044	D
a1b3	853	8984	ND
a1b4	914	8520	D
a2b1	950	6696	D
a2b2	1010	6042	D
a2b3	1069	6417	D
a2b4	1130	9635	ND
a3b1	1320	7782	D
a3b2	1380	7456	D
a3b3	1439	9323	D

a3b4	1500	9065	D		
Tratamientos	CV	BN	CM	BM	TRM
a1b1	734	5079	0		
a1b3	853	8984	119	3905	39.95
a2b4	1130	9635	277	651	2.35

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 Cuadro 13 se muestra el análisis marginal de los tratamientos, así como 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	734	0	5079
a1b2	794	60	7044
a1b3	853	59	8984
a1b4	914	61	8520
a2b1	950	36	6696
a2b2	1010	60	6042
a2b3	1069	59	6417
a2b4	1130	61	9635
a3b1	1320	190	7782
a3b2	1380	60	7456
a3b3	1439	59	9323
a3b4	1500	61	9065

Cuadro 14. Análisis de presupuesto parcial para la siembra de una hectárea del cultivar TLAYOLLY

Tratamiento	a1b1	a1b2	a1b3	a1b4	a2b1	a2b2	a2b3	a2b4	a3b1	a3b2	a3b3	a3b4
Rendimiento Kg ha ⁻¹	3262	4399	4399	5295	4292	3958	4202	5929	5108	4959	6045	6262
Rendimiento ajustado	2936	3959	3959	4765	3862	3562	3781	5336	4597	4463	5440	5636
Beneficio bruto	5813	7838	7838	9434	7646	7052	7486	10565	9102	8836	10771	10565
Beneficio neto	5079	7044	8984	8520	6696	6042	6417	9435	7782	7456	9332	9065
Semilla	554	554	554	554	770	770	770	770	1140	1140	1140	1140
Fertilizante	180	240	299	360	180	240	299	360	180	240	299	360
Total costo	734	749	853	914	950	1010	1069	1130	1320	1380	1439	1500

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación sobre el cultivar TLAYOLLY, se considera lo siguiente:

- Se pudo estimar que las densidades poblacionales evaluadas tuvieron efecto significativo sobre las variables: altura de la planta, altura a la primera mazorca, diámetro del tallo, longitud y ancho de la hoja, área foliar, longitud de la panoja; peso y longitud de mazorca y rendimiento de grano.
- Por otro lado, las variables altura de la primera mazorca, diámetro del tallo, área de la hoja, distancia apical, longitud del grano, peso de mil granos y rendimiento de grano presentaron diferencias significativas con relación a la fertilización nitrogenada aplicada.
- Los factores densidad y fertilización estudiados sólo mostraron interacción significativa para las variables diámetro del tallo y longitud de la panoja, por lo que la relación de éstas en ambos factores es dependiente.
- Tomando en cuenta los niveles de fertilización nitrogenada, la respuesta del rendimiento en grano para las densidades poblacionales obedece significativamente a la tendencia de un modelo lineal.
- 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

- En base a la relación beneficio-costos se recomienda hacer uso de la densidad poblacional de 35 mil ptas. ha⁻¹ y la de dosis de 113.64 ha⁻¹ de Urea 46%, un 60% de la fertilización a la siembra y el 40% restante a los 40 días después de la siembra.
- Realizar este tipo de estudio en otras localidades con diferentes condiciones climáticas, 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. Moech). Tesis 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., Siles R., 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 (UNA). Managua, Nicaragua.
- Camacho, J., 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 (UNA) Managua, Nicaragua.
- Castillo C. G, 2004. Prueba de verificación de maíz variedad TLAYOLLY en el Pacífico Sur de Nicaragua. Resumen del 1er. Congreso nacional de Innovación tecnológica Agropecuario y Forestal. FUNICA, Universidad Nacional Agraria.
- 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.
- Cuadra, M. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento 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 Jose García. Ediciones Culturales. p 12.
- Flores, M. J., 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 (UNA) Managua, Nicaragua. 50p.
- Gómez S. G. Y B. J. Cortez, 1988. Evaluación de diferentes niveles de rastrojo método y densidades de siembra en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria (UNA) Managua, Nicaragua. 42 p.
- Gutiérrez E. E., 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. 1ra. Edición. Heredia, Costa Rica. 175 pp.
- IPGRI, 2000. Frutales del trópico americano, de la información a la investigación. Boletín de las Américas. Cali, Colombia. V. 6, No. 1. p. 4-8.
- INTA, 2004. Validación de la variedad de maíz Nicaragua blanco para sequia en el departamento de Estelí, Nicaragua. Informe.
- INETER, 2004. Datos climatológicos del departamento de Chinandega, Nicaragua. 3 p.
- International Seed testing Association (ISTA), 1985. International rules for testing. Zurich. p. 117.
- 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., 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
- López N. P., 2004. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes ambientes de la zona Pacífico Norte. Resumen del 1er. Congreso nacional de Innovación tecnológica Agropecuario y Forestal. FUNICA, Universidad Nacional Agraria.
- MAG, 1997. Nicaragua, Potencialidades y Limitaciones de sus Territorios. Gobierno de Nicaragua. 170 p.
- Marini D., I. Vega, L. Maggioni, 1993. Genética agraria. Editorial CENIDA-UNA. Managua, Nicaragua. 346 p.
- Menocal, O. A. 1990. Evaluación de tres densidades poblacionales de maíz (*Zea mays* L. Var. NB-6, en dos ciclos de siembra en seis localidades de la IV región, Nicaragua, 48p.

- 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 . 55p.
- Ortega D., A Espinoza, P. López y S. Cuadra., 2004. Comportamiento de la variedad de grano blanco TLAYOLLY en fincas de agricultores. Resumen del 1er. Congreso nacional de Innovación tecnológica Agropecuario y Forestal. FUNICA, Universidad Nacional Agraria.
- Pedroza H., 1993. Fundamentos de experimentación Agrícola. Managua, Nicaragua. Editora de Arte. 230 pp.
- Ponce, C. A., 1990. 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., 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.
- Sánchez J. J. y J. A. Ruiz C., 1995. Distribución del teocintle en México. MEMORIA DEL FORO Flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. p. 20-42.
- 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., 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

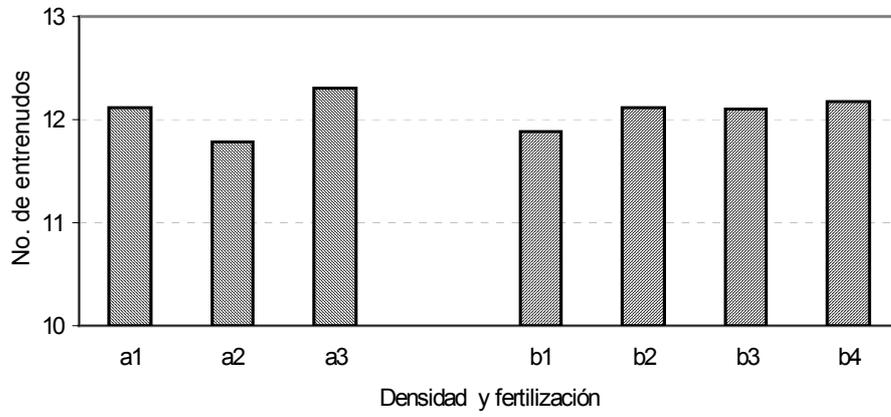


Figura 1A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de entrenudos.

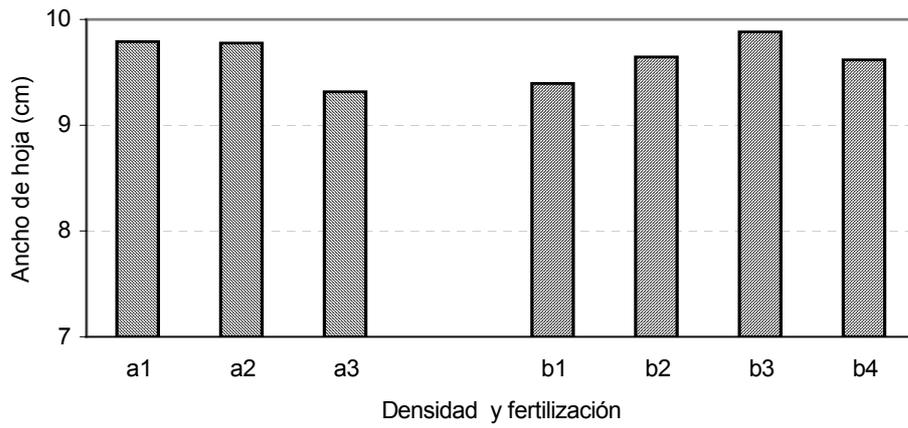


Figura 2A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho de hoja.

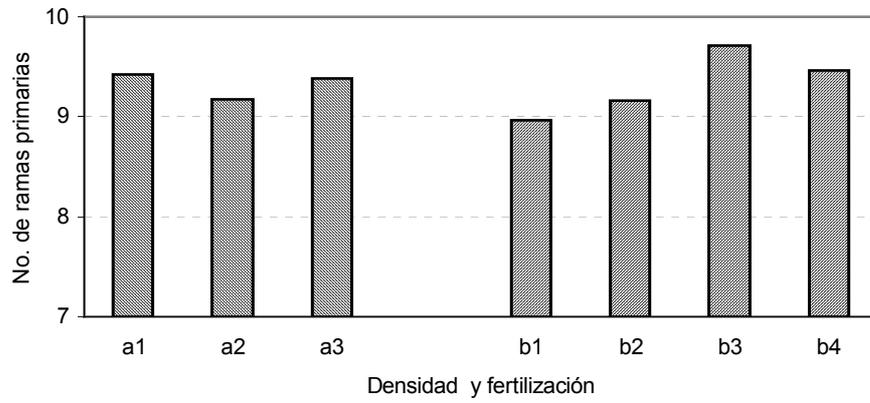


Figura 3A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de ramas primarias.

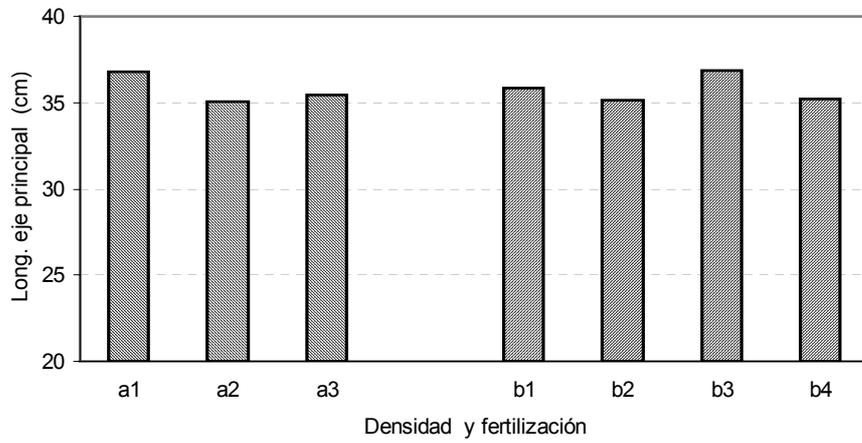


Figura 4A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del eje principal.

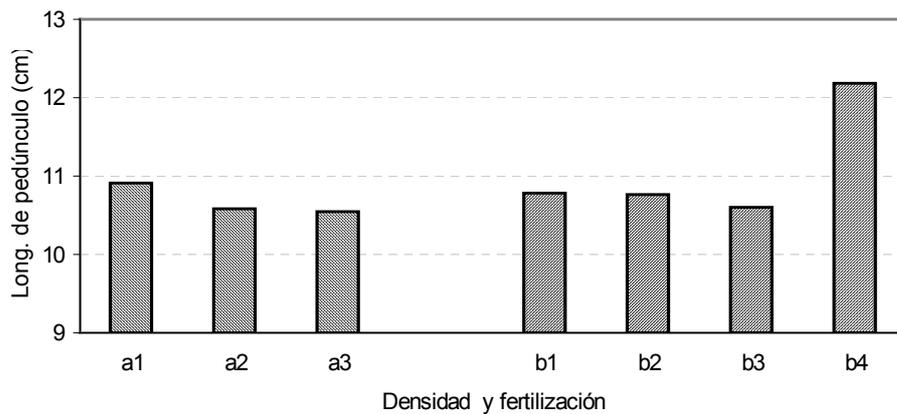


Figura 5A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud del pedúnculo.

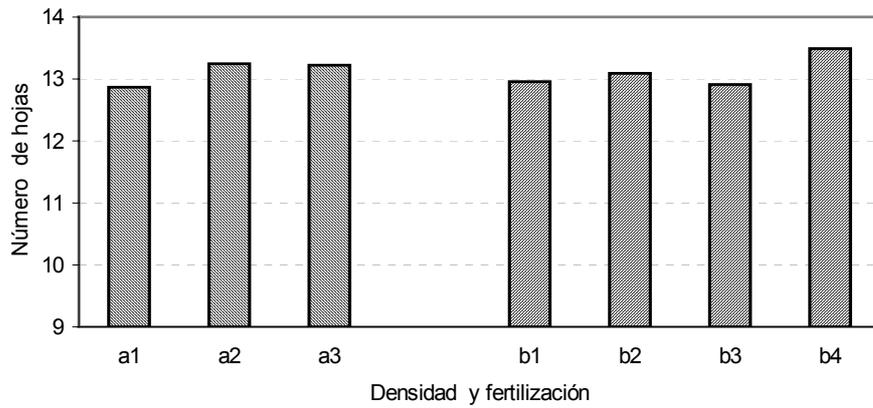


Figura 6A. Valores medios de los efectos principales en la variable número de hojas.

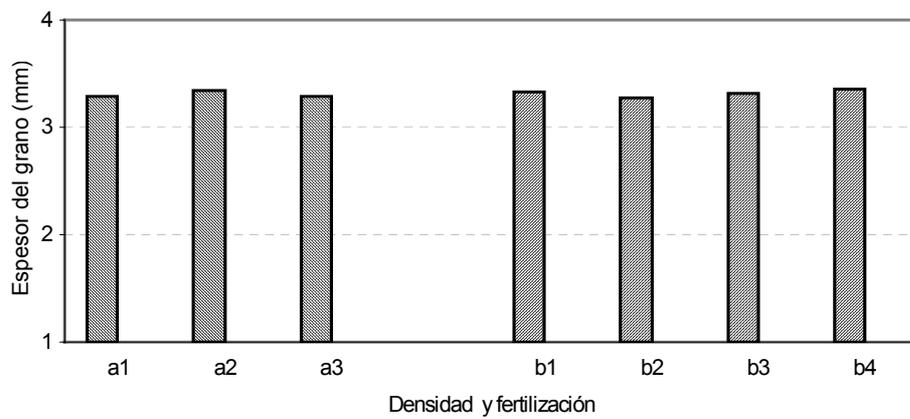


Figura 7A. Valores medios de los efectos principales en la variable espesor del grano.

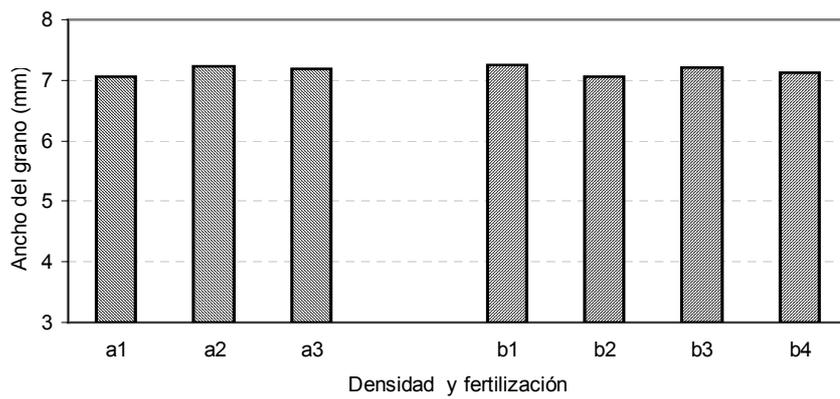


Figura 8A. Valores medios de los efectos principales en la variable ancho del grano.

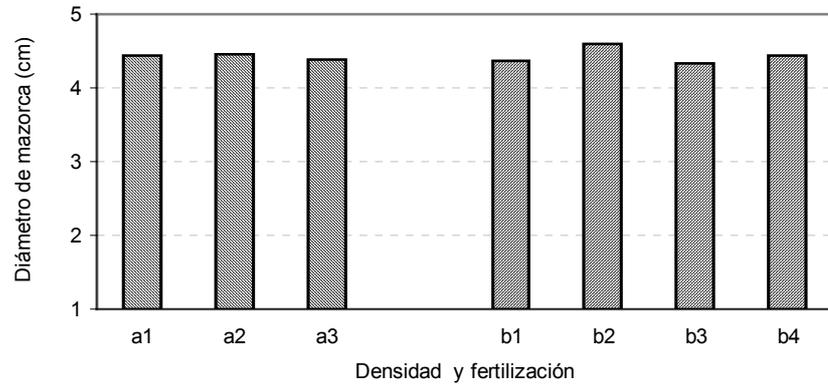


Figura 9A. Valores medios de los efectos principales en la variable diámetro de mazorca.

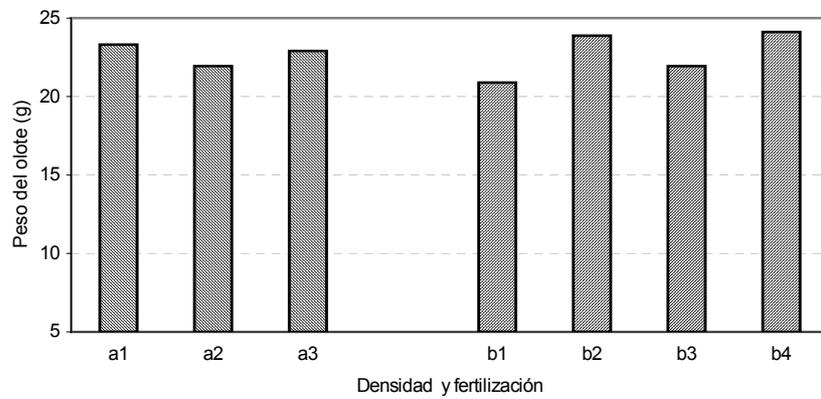


Figura 10A. Valores medios de los efectos principales en la variable peso del olote.

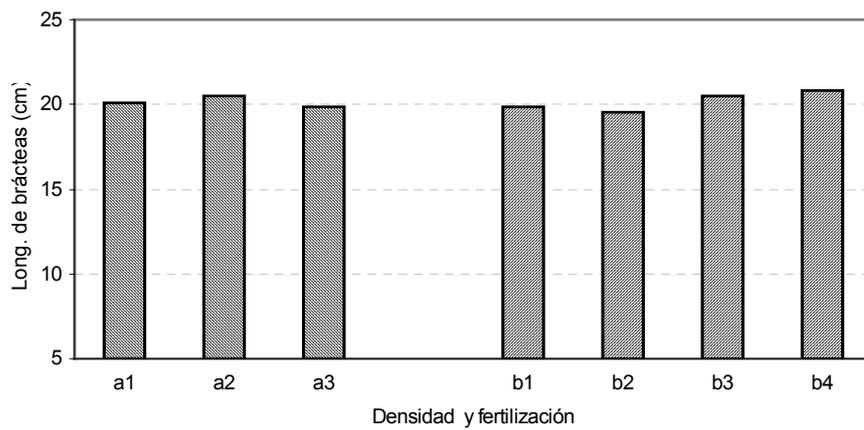


Figura 11A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de brácteas.

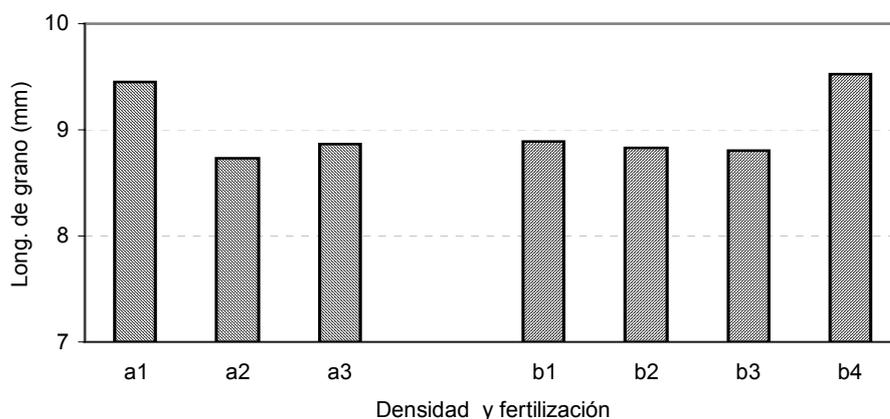


Figura 12A. Valores medios de los efectos principales en la variable longitud de grano.

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

ALT	a1	a2	a3
b1	193.47	130.00	157.00
b2	191.57	134.87	154.77
b3	196.57	139.37	157.60
b4	204.50	131.50	143.70
DSH	27.444		

APM	a1	a2	a3
b1	84.53	70.67	77.03
b2	90.20	89.03	83.50
b3	92.33	85.37	84.57
b4	92.87	78.70	77.43
DSH	19..831		

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

DPL	a1	a2	a3
b1	1.50	1.40	1.37
b2	1.70	1.40	1.60
b3	2.06	1.60	1.33
b4	2.13	1.33	1.47
DSH	0.058		

NEN	a1	a2	a3
b1	10.00	10.20	10.47
b2	10.70	10.87	10.43
b3	10.70	10.17	9.87
b4	10.70	10.23	10.03
DSH	1.472		

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

LHO	a1	a2	a3
b1	84.43	67.20	63.27
b2	89.33	74.40	77.40
b3	89.73	73.23	66.13
b4	99.60	65.40	69.50
DSH	19.466		

AHO	a1	a2	a3
b1	7.70	8.60	9.57
b2	8.60	10.03	9.80
b3	8.17	10.33	7.43
b4	8.27	9.60	7.96
DSH	4.083		

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

ARH	a1	a2	a3
------------	----	----	----

NRP	a1	a2	a3
------------	----	----	----

b1	540.10	607.33	556.21
b2	539.87	689.97	562.10
b3	609.53	652.07	517.83
b4	568.70	560.10	483.80
DSH	153.232		

b1	6.77	8.63	8.00
b2	8.57	8.33	8.10
b3	7.87	7.93	7.87
b4	6.93	8.87	7.93
DSH	2.869		

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
b1	28.07	28.57	22.70
b2	34.33	28.50	24.73
b3	33.17	34.70	23.50
b4	25.80	35.47	23.33
DSH	12.184		

LPR	a1	a2	a3
b1	20.57	19.53	20.03
b2	20.60	32.07	20.30
b3	21.03	20.07	20.17
b4	18.53	19.77	19.80
DSH	16.201		

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	66.17	53.80	53.33
b2	54.70	54.37	57.00
b3	61.43	62.53	52.33
b4	61.37	57.37	53.03
DSH	10.805		

NHO	a1	a2	a3
b1	10.00	10.60	10.10
b2	10.80	12.80	10.30
b3	10.87	9.60	9.70
b4	10.50	9.83	10.17
DSH	4.231		

Cuadro 7A. Valores medios de la interacción de la variable ongitud de bracteas y distancia apical

LBR	a1	a2	a3
b1	170.70	20.20	18.80
b2	20.30	22.17	19.93
b3	19.17	20.00	20.70
b4	19.63	19.67	20.40
DSH	6.037		

DIS	a1	a2	a3
b1	6.23	5.80	6.50
b2	6.20	6.17	6.83
b3	6.17	5.43	4.90
b4	6.27	6.10	5.70
DSH	3.239		

Cuadro 8A. Valores medios de la interacción de la variable peso de mazorca y longitud de mazorca

PMZ	a1	a2	a3
b1	177.30	180.23	178.06
b2	200.56	191.28	170.56
b3	190.23	195.21	183.27
b4	190.56	195.65	175.89
DSH	39.178		

LMZ	a1	a2	a3
b1	17.00	16.81	17.00
b2	17.89	17.96	16.08
b3	17.54	17.98	16.98
b4	17.68	18.00	16.85
DSH	2.2100		

Cuadro 9A. Valores medios de la interacción de la variable diámetro de mazorca y peso del olote

DMZ	a1	a2	a3	POL	a1	a2	a3
b1	4.28	4.40	4.25	b1	23.12	18.51	16.52
b2	4.65	4.58	4.25	b2	22.58	25.00	22.56
b3	4.28	4.40	4.26	b3	21.98	19.80	23.10
b4	4.32	4.35	4.38	b4	22.87	23.85	24.20
DSH	0.785			DSH	7.651		

Cuadro 10A. Valores medios de la interacción de la variable número de hileras en mazorca y número de granos en hileras

NHL	a1	a2	a3	NGR	a1	a2	a3
b1	12.00	13.10	11.10	b1	20.57	24.23	19.60
b2	13.13	12.10	13.13	b2	21.13	19.40	21.17
b3	12.20	13.30	12.77	b3	24.13	25.20	25.10
b4	12.60	12.17	12.53	b4	22.40	23.47	25.77
DSH	10.211			DSH	9.875		

Cuadro 11A. Valores medios de la interacción de la variable longitud de grano y peso de mil granos

LGR	a1	a2	a3	PMG	a1	a2	a3
b1	7.50	7.13	6.93	b1	261.67	258.33	240.00
b2	6.17	7.13	6.60	b2	260.00	270.00	251.67
b3	8.33	8.27	8.60	b3	246.67	298.33	295.00
b4	6.40	8.47	8.20	b4	288.33	266.67	276.67
DSH	2.943			DSH	83.356		