

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFECTO DE CUATRO DENSIDADES POBLACIONALES
Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO EN EL
RENDIMIENTO DEL SORGO (*Sorghum bicolor*
L. Moench) VARIEDAD PINOLERO - 1**

AUTOR:

MIGUEL ANGEL ALVAREZ GAITAN

ASESOR:

ING. MSc. TELEMACO TALAVERA

Managua, Julio, 1991

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre Concepción López Gaitán, que con sacrificio y voluntad no escatimó esfuerzos al darme el ánimo necesario para llegar a mi meta trazada.

A mis hermanos que con su apoyo moral y material fueron partícipes para la coronación de mi carrera.

A toda mi familia.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a los Ing. Alvaro Pacheco y Laureano Pineda al personal técnico y asistentes de campo del Programa Nacional de Sorgo, por su incondicional ayuda para el montaje y realización del presente trabajo.

Al Ing. Telémaco Talavera por su constante ayuda en el escrito del presente trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la finalización de este trabajo

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
-Dedicatoria	
-Agradecimiento	
-Índice de cuadros	i
-Índice de figuras	ii
-Resumen	iii
I Introducción	1
II Materiales y métodos	3
2.1- Descripción del ensayo	3
2.2- Manejo del ensayo	9
III Resultado y discusión	11
3.1- Floración	11
3.2- Altura de plantas	11
3.3- Excerción de panoja	14
3.4- Acome	17
3.5- Enfermedades foliares	17
3.6- Peso seco	17
3.7- Longitud de panoja	20
3.8- Plantas cosechadas	21
3.9- Peso de mil semillas	23
3.10-Rendimiento	23
IV Conclusiones	29
V Recomendaciones	30
VI Bibliografía	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro Nº 1- Algunas propiedades físicas y químicas del área experimental	3
Cuadro Nº 2- Densidades poblacionales y niveles de nitrógeno en estudio.	5
Cuadro Nº 3- Efecto de la densidad poblacional en el rendimiento y sus componentes	26
Cuadro Nº 4- Efecto de los niveles de nitrógeno en el rendimiento y sus componentes.	27
Cuadro Nº 5- Efecto de las interacciones densidad poblacional y niveles de nitrógeno en el rendimiento y sus componentes.	28

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura Nº 1- Datos meteorológicos del año 1990 estación A.C Sandino.	4
Figura Nº 2- Efecto de la densidad poblacional en la altura de plantas.	13
Figura Nº 3- Efecto de los niveles de nitrógeno en la altura de plantas.	13
Figura Nº 4- Efecto de las interacciones densidad poblacional y niveles de nitrógeno en la altura de plantas	14
Figura Nº 5- Efecto de la densidad poblacional en la excerción de panoja.	15
Figura Nº 6- Efecto de los niveles de nitrógeno en la excerción de panoja.	16
Figura Nº 7- Efecto de las interacciones densidad poblacional y niveles de nitrógeno en la excerción de panoja	16
Figura Nº 8- Efecto de la densidad poblacional en el peso seco	18
Figura Nº 9- Efecto de los niveles de nitrógeno en el peso seco	19
Figura Nº 10- Efecto de las interacciones densidad poblacional y niveles de nitrógeno en el peso seco.	19

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Centro Nacional de Granos Básicos "HUMBERTO TAPIA BARQUERO" campo experimental San Cristobal, Managua en el período comprendido de Junio a Septiembre de 1990. Los factores en estudio fueron cuatro niveles de nitrógeno (0, 45, 90 y 135 Kg N/ha) y cuatro densidades poblacionales (114,000, 171,000, 228,000 y 285,000 plantas/ha), con el objetivo de determinar el efecto de la densidad poblacional y de los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de grano del sorgo variedad PINOLERO 1, y determinar el efecto de las interacciones de los factores en estudio en el rendimiento de grano.

El diseño empleado fue parcelas divididas con arreglo de tratamientos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, colocando la densidad poblacional en la parcela grande y los niveles de nitrógeno en la sub-parcela.

En las variables analizadas no se observaron diferencias significativa exceptuando en la variable panojas cosechadas por parcela útil donde se observó el efecto de las densidades poblacionales.

Los niveles de nitrógeno no ejercieron efecto significativo en ninguna de las variables.

Para obtener mayor precisión en los resultados se hicieron pruebas de contraste ortogonales para las variables estudiadas, en las cuales no se encontró diferencias significativas. Los rendimientos más altos se obtuvieron con la interacción de la densidad poblacional de 228,000 plantas/ha con el nivel de nitrógeno de 45 kg/ha. El más bajo se obtuvo con la interacción de la densidad poblacional de 228,000 plantas/ha y el nivel de nitrógeno de 135 kg/ha.

I INTRODUCCION

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales del mundo después del trigo, arroz y el maíz, (Paul 1965).

En Nicaragua a partir de la década de los sesenta, el sorgo granífero asume la categoría de cultivo alimenticio de importancia, incrementándose el área de siembra, principalmente por su demanda como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados y como fuente alimenticia para el consumo humano, al ser una alternativa como sustituto del maíz.

De las 80,000 hectáreas sembradas de sorgo en Nicaragua, el 83.4 % del área total son sembradas con alta tecnología (maquinaria adecuada, insumos y semilla híbrida o variedad mejorada), pero aún así no se logran obtener altos rendimientos en el grano, siendo su rendimiento promedio de 2,162 Kg/ha, lo cual no satisface la demanda interna, esto debido a la dispersión del área sorguera que presenta serias limitaciones agroecológicas y el mal manejo del cultivo, principalmente de los factores que afectan sensiblemente el rendimiento del grano como son: densidad poblacional y niveles de fertilización nitrogenada, (Pineda 1988)

El sorgo al igual que otros cultivos, requiere de una población óptima de plantas por unidad de área, para expresar su mayor potencial de rendimiento del grano.

En Nicaragua es común el error de utilizar mayor cantidad de semilla por hectárea que las recomendadas, observándose que esta práctica no aumenta realmente los rendimientos, sino que por el contrario, los disminuye aumentando los costo de producción., (Pineda 1990)

En la actualidad el Programa Nacional de Investigación de Sorgo está realizando los últimos trabajos para la liberación de la variedad mejorada PINOLERO-1, material que ha mostrado estabilidad en diferentes ambientes, para la cual se hace necesario conocer los parámetros agronómicos que permitan darle a la variedad un manejo acorde con los sistema de producción

del país, y de esta forma expresar su potencial de rendimiento. Por lo tanto en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1- Determinar el efecto de la densidad poblacional sobre el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedad PINOLERO-1

2- Determinar el efecto de los diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedad PINOLERO-1

3- Determinar la densidad poblacional y el nivel de nitrógeno con los cuales se obtienen los mayores rendimientos de grano en la variedad PINOLERO-1

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del ensayo.

El ensayo se estableció durante la época de primera en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "Humberto Tapia Barquero", campo experimental San Cristobal, ubicado en el Km 13 carretera norte Managua. Con una altura de 54 msnm en las coordenadas de 12° 08' Latitud Norte y 86° 10' Longitud Oeste, con temperatura promedio de 26°C.

El estudio se desarrolló en el periodo comprendido de Junio a Septiembre del año 1990.

El suelo está catalogado como franco-arenoso perteneciente a la serie San Cristobal.

En el Cuadro Nº 1 se presentan las características físicas y químicas de dicho suelo.

Cuadro Nº 1 Algunas propiedades físicas y químicas del área experimental.

Prof (cm)	Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH (H ₂ O)	MO (%)	K meq/100 de suelo	Ca	Mg	P ug/g
25	Franco- Arenoso	54	35	11	7.4	3.4	5.3	20.7	6.2	36.6

Los datos meteorológicos del año se muestran en la figura Nº 1

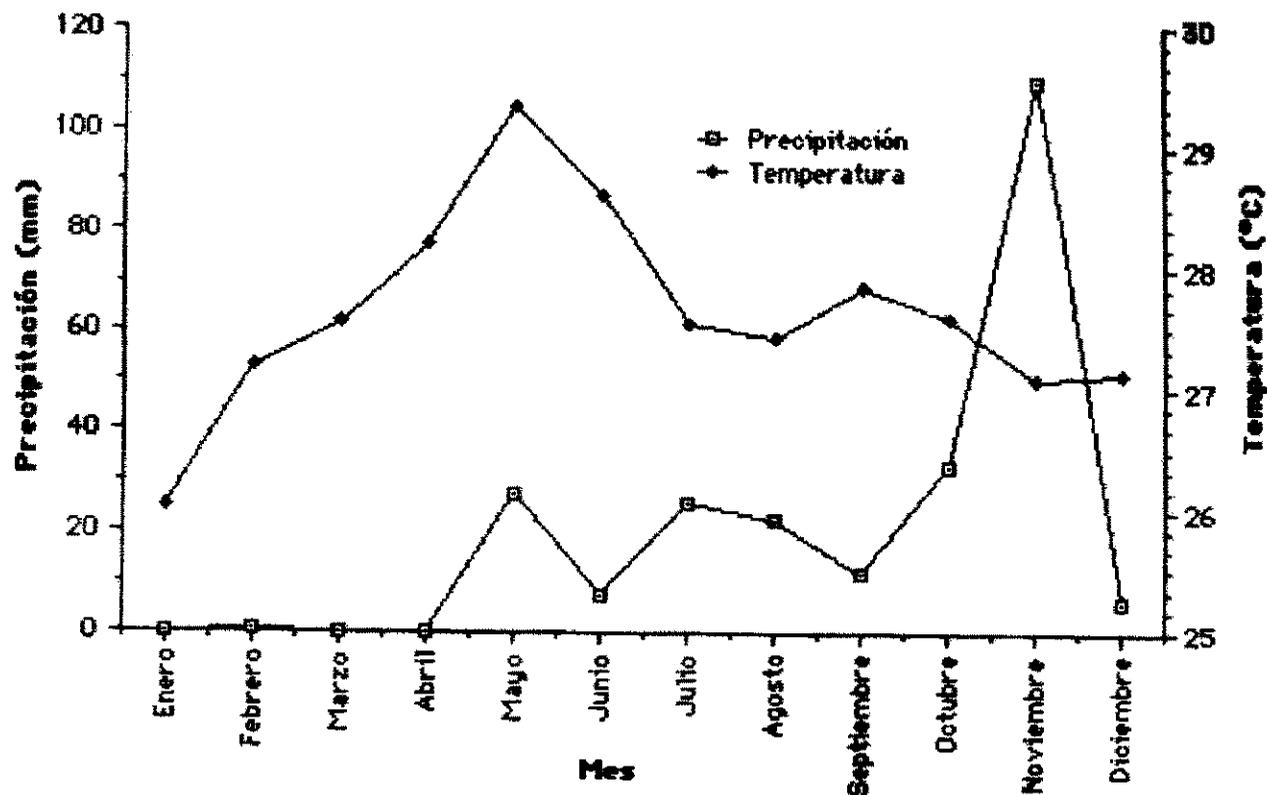


Figura Nº 1: Datos meteorológicos del año 1990. Estación Meteorológica Aeropuerto Augusto C. Sandini

2.2 El diseño utilizado fue un parcela dividida en arreglos de tratamientos en Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones.

Cada factor en estudio constó de cuatro niveles, evaluándose un total de dieciseis tratamientos. En el cuadro Nº 2 se presentan los factores en estudio.

Cuadro Nº 2. Densidades poblacionales y niveles de nitrógeno en estudio.

Densidades Poblacionales (plantas/ha)	Niveles de Nitrógeno (Kg/ha)
D1 = 114,000	N0 = 0
D2 = 171,000	N1 = 45
D3 = 228,000	N2 = 90
D4 = 285,000	N3 = 135

2.3 Dimensión del Ensayo.

La parcela experimental, estuvo conformada por cuatro surcos de seis metros de longitud espaciados a 0.6 metros.

Como parcela útil se utilizaron los dos surcos centrales, dejando 0.5 metros de borde en cada extremo para un área de seis metros cuadrados.

El área total donde se estableció el ensayo fue de 1,200 metros cuadrados (40 m x 30 m).

2.4 Variables medidas y Métodos de Medición utilizados.

2.4.1 Días a floración.

Variable medida cuando el 50% de las plantas presentaron las panojas en un 50% de la floración .

2.4.2 Altura de plantas.

Variable que fue medida en centímetros (cm) desde la base de la planta al nivel del suelo , hasta el ápice de la panoja al momento de la cosecha

2.4.3 Longitud de panoja.

Medida en centímetros (cm)
a partir de la primera ramilla, al ápice de la panoja.

2.4.4 Excerción de panoja.

Medida en centímetros (cm) desde la hoja bandera hasta la primera ramificación de la panoja.

2.4.5 Acame.

Se utilizó la siguiente escala:

- 1- 0 % sin acame.
- 2- 25 % acamado.
- 3- 50 % acamado.
- 4- 75 % acamado.
- 5- 100 % acamado.

2.4.6 Enfermedades Foliares.

Se tomó visualmente, en base a la escala de Sharma (1978) citado por Paul (1985).

0 - 0 % de afectación.

1 - 5 % de afectación.

2 - 20 % de afectación.

3 - 35 % de afectación.

4 - 50 % de afectación.

4.5 - 75 % de afectación.

5 - 100 % de afectación.

2.4.7 Número de plantas por parcela útil.

2.4.8 Peso de campo de la parcela útil (kg/parcela útil)

2.4.9 Rendimiento del grano expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha) ajustado a un 15% de humedad, utilizándose la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento de grano} = \text{PC (Kg). 0.8.} \times \frac{100\% - \% H^{\circ}}{100\% - 15\%}$$

Donde PC = Peso de campo

2.4.11 Peso de mil semillas.

Se tomó una muestra de cada parcela y se contaron mil semillas de cada una, luego éstas fueron pesadas y su peso expresado en gramos.

2.4.12 Peso seco.

Se tomó un metro cuadrado de paja verde del centro de cada parcela útil y se pesó en el campo expresándose su peso en kilogramos.

Posteriormente se tomó una muestra del metro cuadrado de cada una de las parcelas dicha muestra fué llevada al horno a 70°C durante 48 horas, luego la paja ya seca se pesó y se expresó el peso en gramos.

Los datos fueron evaluados mediante el análisis de varianza, para la separación de medias fueron usadas las pruebas de Duncan y Newman - Keul con un nivel de significación del 5%.

2.5 Manejo del ensayo

El ensayo se realizó en la época de primera comprendido en el período de Junio a Septiembre de 1990.

Anterior a la fecha de siembra se tomó la muestra de suelo a una profundidad de 25 cm, realizándose posteriormente el análisis físico y químico del mismo en el Laboratorio de Suelos de Santa Rosa.

Preparación del Suelo:

La preparación de suelo se realizó de forma convencional consistiendo esta de:

- Un pase de arado.
- Dos pases de grada
- El surcado ó rayado.

La siembra se efectuó el día 12 de Junio de 1990 utilizando la variedad mejorada PINOLERO-1, con una germinación del 85%.

Se hizo un riego de pre-siembra.

La siembra fue realizada a chorrillo a razón de 7.0 gramos de semilla por surco (1.94 g/metro cuadrado ó 19.4 Kg/ha).

A los 20 días después de la siembra (dds) se realizó el raleo para obtener las diferentes densidades poblacionales en estudio.

Al momento de la siembra se le suministró al cultivo un tercio (1/3) del nitrógeno total, a los 35 días después de la siembra se le aplicaron los dos tercios (2/3) restantes del nitrógeno, para ello se utilizó como fuente Urea al

46%.

Se le aplicó fósforo en dosis de 60 Kg P_2O_5 /ha, utilizando como fuente superfosfato triple (SFT) al 46% de riqueza al momento de la siembra (m/s).

Fue aplicado también al momento de la siembra Potasio en dosis de 20 Kg K_2O /ha utilizando como fuente Muriato de potasio (KCl).

Para el control de plagas de suelo se utilizó el insecticida granulado Furodán (carbofurán) al 5% a razón de 20 Kg/ha.

Para control de malezas se utilizó el herbicida pre emergente Gardoprin 500 fw (terbutilazina) a razón de 2.1 litros por hectáreas.

3.5 En la floración se presentó ataque de la mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola* .coguillet). Para su control se le aplicó Decis (decametrina) en dosis de 500 ml/ha.

III RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Floración

La floración se inicia en la parte superior de la rama de la panoja y desciende en progresión regular en un plano horizontal alrededor de la panoja. El proceso total de floración puede durar de 6 a 15 días dependiendo del tamaño, temperatura y la variedad de la panoja (Miller 1980).

La floración se presentó a los 65 días después de la siembra y en ella no se presentó diferencia significativa ya que se trabajó con una sola variedad, la cual muestra uniformidad en esta etapa del cultivo.

3.2 Altura de plantas.

El tamaño y porte de la planta de sorgo varía considerablemente y está determinado por varios genes. Sorgos altos son preferidos para forrajes y producción de granos,(León 1987).

Para esta variable no hubo efecto significativo de los tratamientos pero si se observaron alturas muy considerables que oscilaron entre 196.25 cm y 206.25 cm.

Cuando tenemos densidad poblacional de 228,000 plantas/ha, el nivel de nitrógeno cero alcanza la máxima altura (206.25 cm), a partir de esta densidad, si la aumentamos, la altura de planta tiende a disminuir, lo cual podemos verificarlo en la Figura Nº 4.

El nitrógeno es un elemento necesario para la multiplicación celular y el desarrollo de los órganos vegetales,(Demolón 1975)

Se pudo detectar que existe una tendencia del nivel cero de nitrógeno , de aumentar la altura de plantas en la medida que se aumenta la densidad poblacional, como se puede observar en la Figura Nº 4.

También se observó que con el nivel de nitrógeno cero y el de 135 Kg N/ha con una densidad poblacional de 171,000 plantas/ha (Figura Nº 4) se obtuvo la menor altura (196.25 cm).

Este resultado puede ser debido a que el nitrógeno disponible en el suelo bajo esas condiciones, es suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, no habiendo por consiguiente efecto de la fertilización nitrogenada.

Comparando las medias con mayor precisión a través de las pruebas de contraste ortogonales, tampoco se observó diferencia significativa.

En la figura Nº2 puede observarse que el comportamiento de la altura de plantas tiende a aumentar conforme aumenta la densidad poblacional, exceptuando en la de 285,000 plantas/ha que sufre una ligera disminución.

Con respecto a los niveles de nitrógeno, observamos en la figura Nº3 que la mayor altura se obtiene cuando aplicamos 45 kg N/ha, a partir de éste si se aumenta el nivel tiende a disminuir la altura de planta.

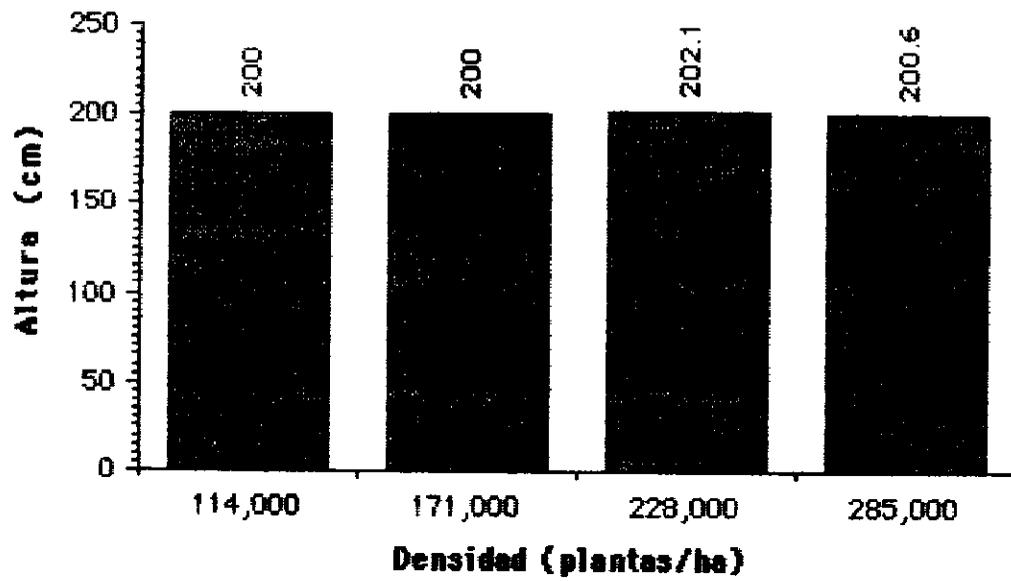


Figura Nº 2: Efecto de la densidad poblacional en la altura de plantas.

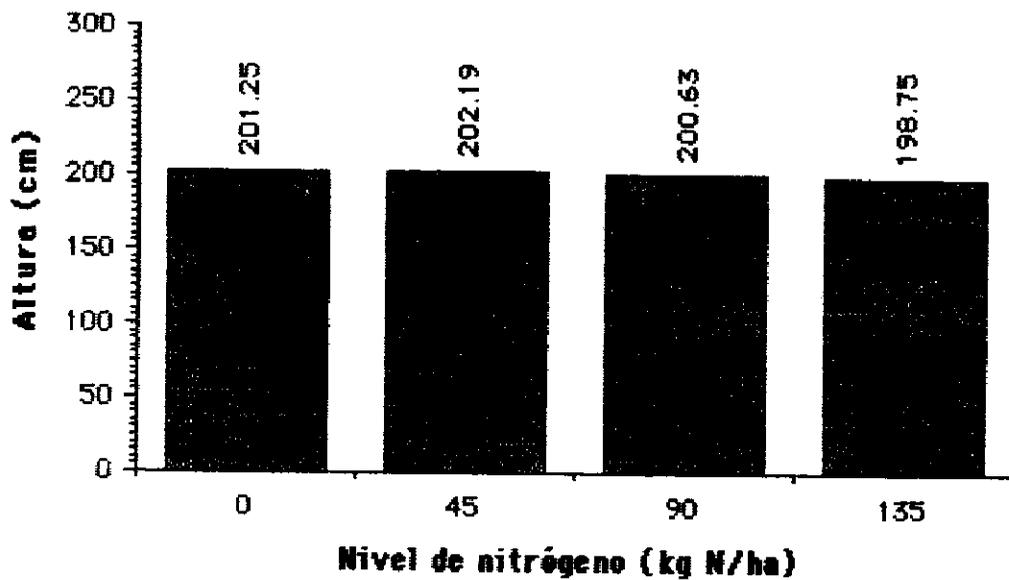


Figura Nº 3: Efecto de los niveles de nitrógeno en la altura de planta

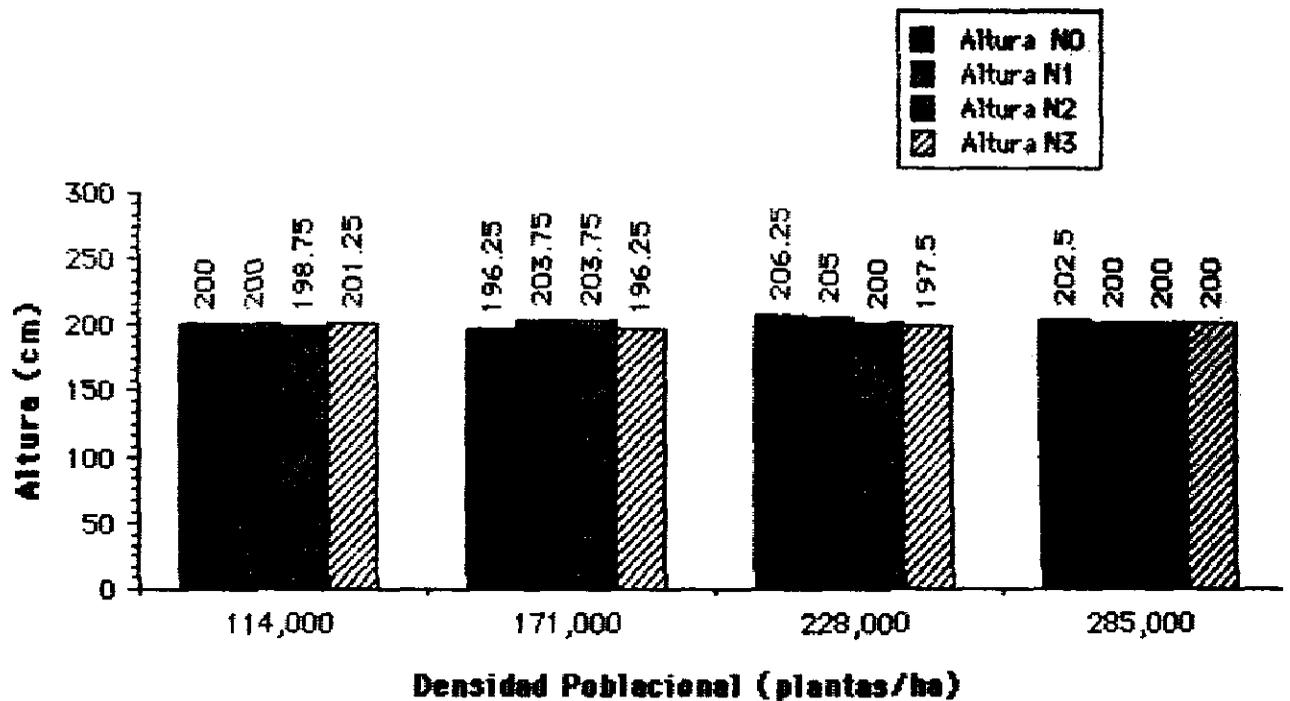


Figura N° 4: Efecto de las interacciones N*D en la altura de planta.

3.3 Excerción de panoja

La excerción de la panoja es una prolongación del eje vegetativo llamado pedúnculo que está entre la panoja y el tallo, que se inicia a partir de la hoja bandera y termina en la primera ramilla de la panoja.

En esta variable según datos obtenidos por el análisis de varianza, no existe diferencia significativa por los factores estudiados ni por la interacción, esto debido probablemente a que esta característica está influenciada por factores genéticos (Paul 1980), no obstante puede estar influenciado por el medio ambiente aunque no significativamente

Se observó que la mayor excerción (13.75 cm) se logra cuando tenemos una densidad poblacional de 171,000 plantas/ha y el nivel cero de nitrógeno y la menor excerción (9.25 cm) cuando tenemos la densidad poblacional de 114,000

plantas/ha y el nivel de 135 Kg/ha. Esto se puede verificar en la figura Nº7

Esta característica reviste gran importancia principalmente en épocas lluviosas o en climas de vientos muy fuertes

Una excerción muy corta a casi cero, puede provocar la proliferación de enfermedades fungosas que puede perjudicar al grano y por ende su rendimiento, ó por el contrario, con una excerción muy larga existe la posibilidad de que se quiebre el pedúnculo y por lo tanto pérdida en el grano.

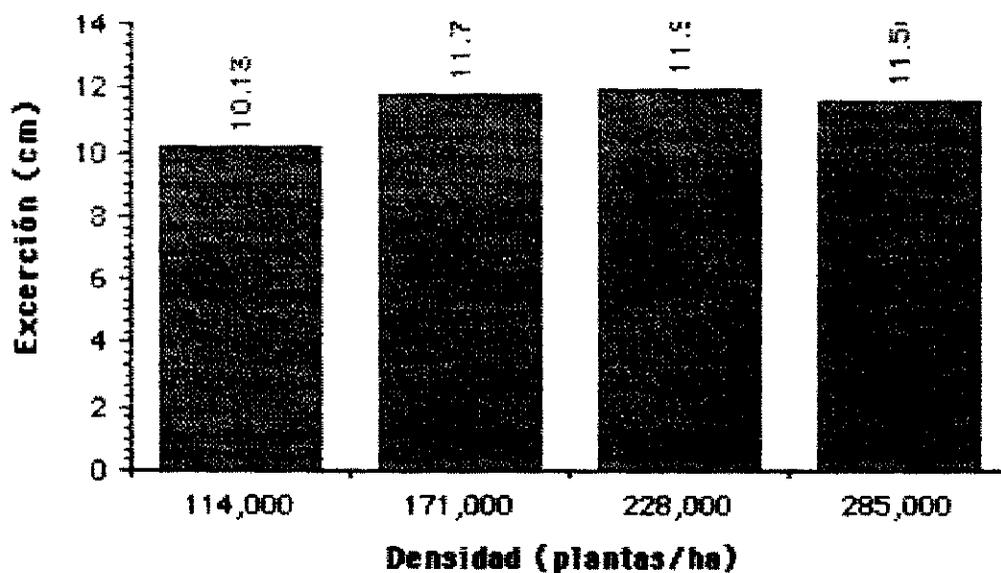


Figura Nº 5 : Efecto de la densidad poblacional en la excerción de panoja.

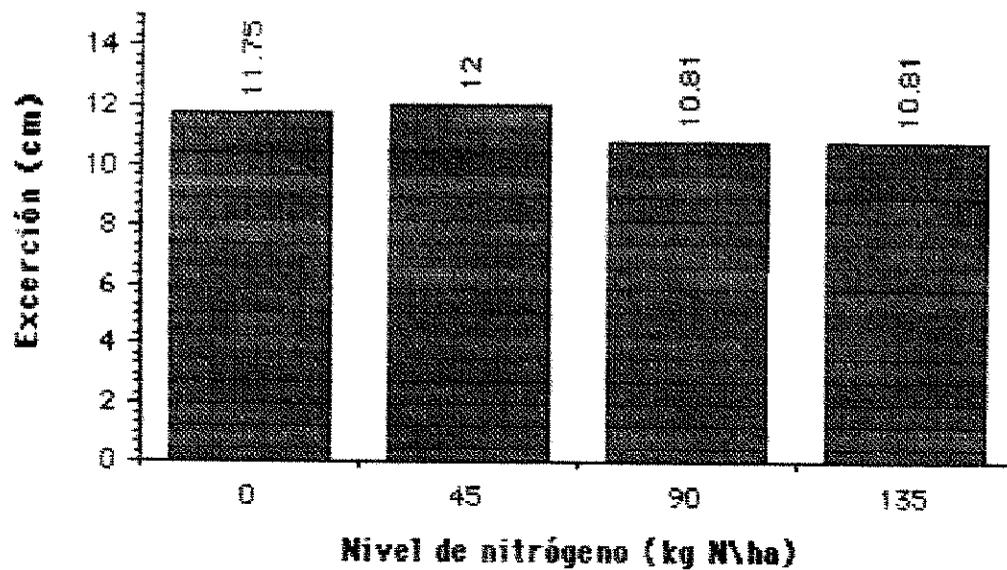


Figura Nº : Efecto de los niveles de nitrógeno en la excerción de panoja.

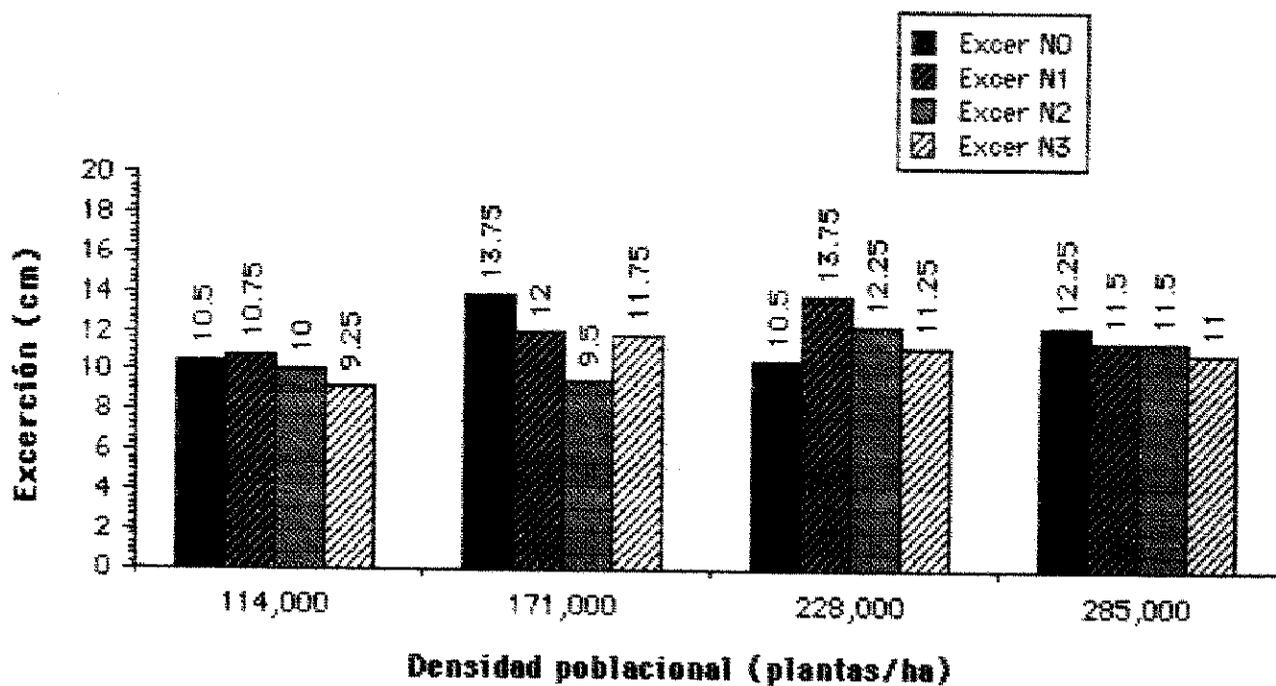


Figura Nº 7: Efecto de las interacciones N*D en la excerción de panoja.

3.4 Acame

Según nuestra observación visual, en base a la escala utilizada en el ensayo, que va de 1 a 5, podemos decir que éste presentó escala de 1 en todo el desarrollo del cultivo, lo cual representó un 0 % de acame. Resultados similares para esta variedad (PINOLERO -1) se han observado en la región II (Chinadega) por lo que podemos asegurar que dicha variedad en las condiciones establecidas a pesar de ser una planta de considerable altura es resistente al acame.

3.5 Enfermedad foliar.

En la etapa comprendida desde la emergencia hasta el período de llenado de grano, se observó según la escala de Sharma (1978) un valor cero, o sea un 0 % de afectación de enfermedad foliar. Después de este período se observó la afectación de la enfermedad causada por el hongo *Cercospora sorghi* con un valor 2 según la escala y la cual corresponde a un 20 % de afectación en todo el cultivo.

Esta enfermedad no afectó el rendimiento ya que ésta se presentó cuando el grano ya estaba formado.

3.6 Peso seco.

El peso de la materia seca se comporta inverso al peso de la semilla. Casi todas las variedades de sorgo aumentan de peso seco aproximadamente hasta los 34 - 38 días después de la antesis, que es el momento en que se registra el máximo nivel de peso seco. La tasa máxima de acumulación de materia seca se registra entre los 8 y 14 días después de la antesis (Miller, 1980)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para esta variable nos indicaron que no hubo efecto significativo de los tratamientos, aunque si se

detectó, (figura Nº10), que el nivel de nitrógeno de 45 kg/ha y las densidades poblacionales de 114,000 plantas/ha y 171,000 plantas/ha tienen peso seco similar. En la medida que se aumentaron las densidades poblacionales, aumentó el peso seco.

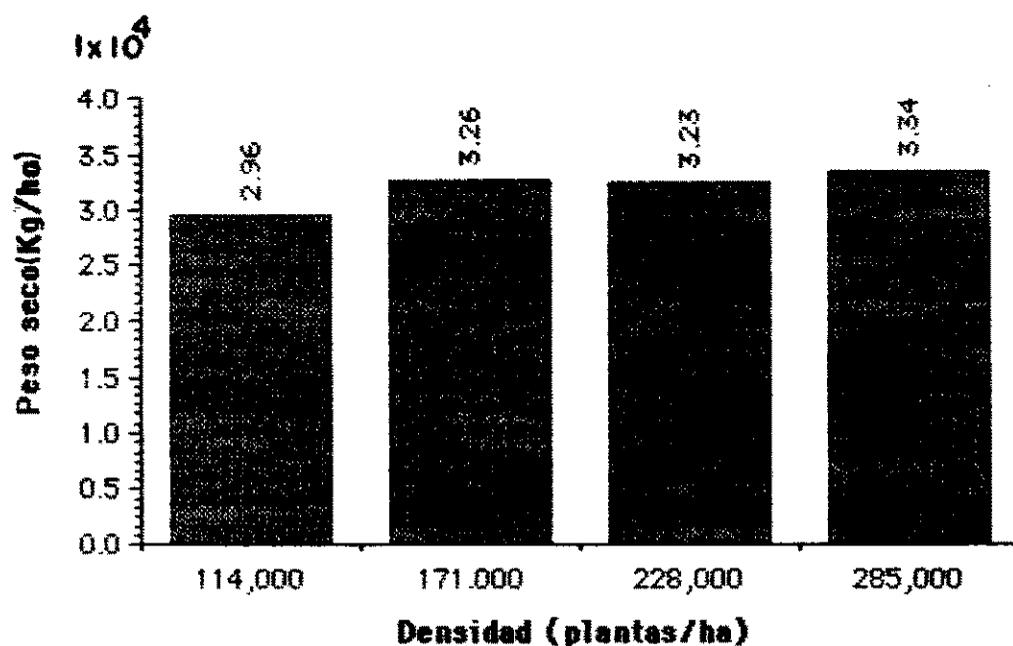


Figura Nº 8: Efecto de la densidad poblacional en el peso seco.

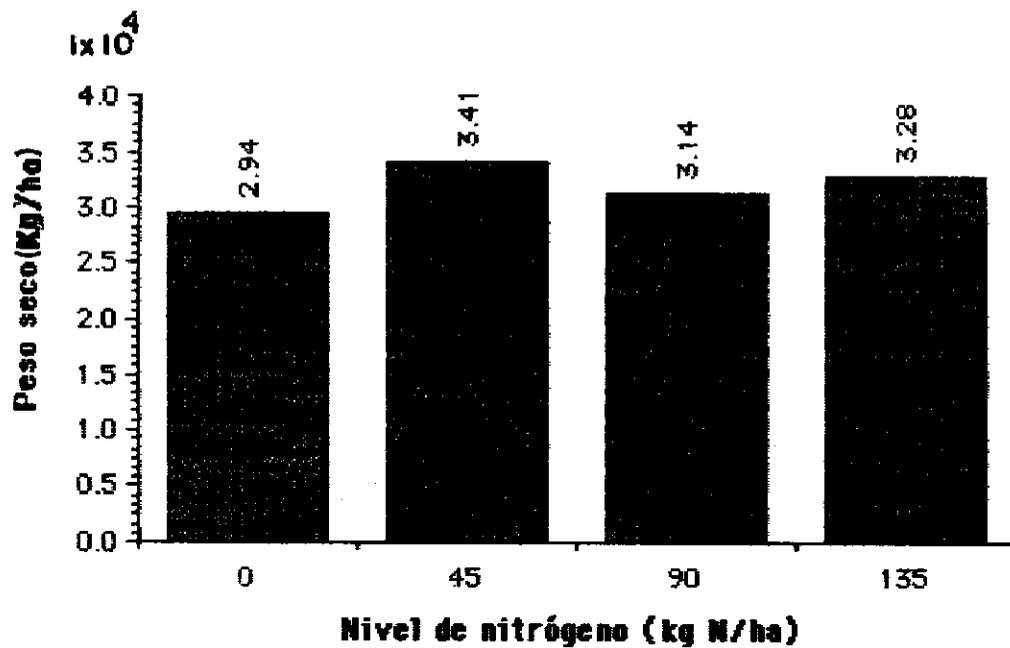


Figura Nº 9: Efecto de los niveles de nitrógeno en el peso seco.

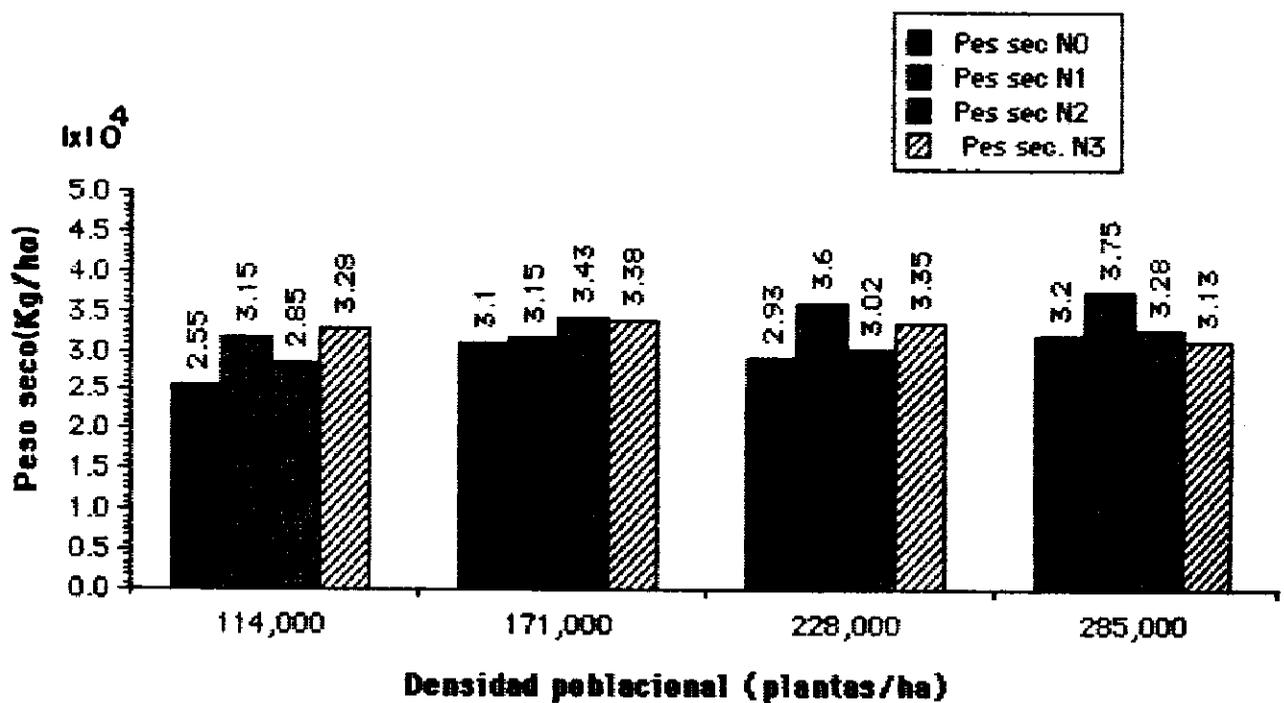


Figura Nº 10: Efecto de las interacciones N*D en el peso seco

Para este nivel de nitrógeno se observó el máximo peso de 3.75×10^4 Kg/ha

mínimo de $3,15 \times 10^4$ Kg/ha

En el caso del nivel cero es donde se observaron los pesos menores con respecto a todo los niveles en todas las densidades, exceptuando la densidad de 285,000 plantas/ha. Para este nivel podemos decir que la insuficiencia de nitrógeno en el vegetal provocó el reducido peso del mismo, confirmando lo dicho por Demolón (1975), que el nitrógeno es un elemento necesario para la multiplicación celular y el desarrollo de los organos vegetativos, aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática, lógicamente al haber una menor cantidad de nitrógeno se verán afectado en sus pesos dichos órganos.

Con respecto a los factores independientes observamos que el mayor peso se obtiene cuando tenemos el nivel del nitrógeno de 45 Kg/ha obteniéndose a su vez con este nivel el mayor rendimiento (figura Nº 9) habiendo una relación muy estrecha entre estas dos variables para dicho nivel

En el caso de las densidades poblacionales existe una tendencia oscilatoria llegando a obtenerse el máximo peso con la población de 285,000 plantas/ha, como se observa en la figura Nº 8

3.7 Longitud de panoja.

La panoja es una continuación del eje vegetativo, ésta puede ser compacta o suelta según distancia entre las ramillas, posición, longitud y la densidad de flores por ramas. La posición puede ser erecta o curva. La longitud de panoja es inversa al ancho de la misma (León 1987).

Según análisis de varianza para esta variable, no se observó efecto significativo tanto por la densidad poblacional, como por los niveles de nitrógeno, aunque si se detectó que hubo una tendencia a disminuir la longitud de panoja en la medida que se aumentó la densidad poblacional, esto lo podemos

observar en el Cuadro Nº 5

Al observar los tratamientos notamos que la mayor longitud (31 cm) se alcanzó con la densidad poblacional de 114,000 plantas /ha y un nivel de nitrógeno de 45 Kg/ha. Este resultado cobra validez a lo dicho por Demolón (1975) quien afirma, que la eficacia del abono nitrogenado se muestra mayor en el caso de una siembra clara, pudiendo ser pequeña e insuficiente si la cantidad de semilla es elevada.

Es por ese motivo que las plantas con altas densidades no logran obtener un tamaño de panoja óptimo que se correlacionen con altos rendimientos si no que por el contrario los disminuye, igual pasa con el nitrógeno, en dosis muy altas o muy bajas puede darse una tendencia a disminuir la longitud de panoja.

Podemos decir que tanto la densidad poblacional como el nivel de nitrógeno influyen en esta variable, aunque no significativamente.

3.8 Plantas cosechadas.

Las variedades y los híbridos de sorgo difieren en su capacidad para tolerar distintas poblaciones de plantas, distintos niveles de fertilización y de riego. Como estos materiales responden de distintas maneras a las condiciones difíciles y a la tecnología de producción, sus rendimientos también serán variables (Miller 1980).

En el análisis de varianza para esta variable, se encontró que existe diferencia significativa, esto fue debido al efecto de las diferentes densidades poblacionales entre las parcelas, razón por la cual era de esperarse tal resultado.

Se observó según comparación de medias de Newman-Keuls al 5% de significancia, que la densidad poblacional de 114,000 plantas/ha y la de

171,000 plantas/ha, difieren significativamente entre ellas y las demás, no así las densidades poblacionales de 228,000 plantas/ha y la de 285,000 plantas/ha las cuales son iguales estadísticamente entre ellas, pero diferente entre las otras dos densidades poblacionales. Lo cual se puede verificar en el Cuadro Nº 4

Por lo antes señalado podemos aseverar que al sembrar con una densidad poblacional mayor de 228,000 plantas/ha, las pérdidas de plantas durante el ciclo del cultivo serán mayores.

3.9 Peso de mil semillas.

Después de la polinización el peso del grano aumenta enormemente, a veces a un ritmo más rápido que la acumulación de materia seca. Esto se traduce en menor peso del tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de éste a la semilla en desarrollo.

La cantidad máxima de agua en la semilla se presenta entre los catorce y quince días después de la antesis. Más granos VITREOS alcanzan la humedad de recolección (12 a 15 %) a los 45 - 60 días después de la antesis (Miller 1980).

El análisis de varianza para esta variable nos arrojó datos que reflejan que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, no obstante se observó que el peso máximo de mil semillas se alcanzó cuando tenemos densidad poblacional de 171,000 plantas/ha, esto ocurrió para todos los niveles de nitrógeno, exceptuando con el nivel de 45 kg N/ha que lo alcanzó con la densidad poblacional de 114,000 plantas/ha (Cuadro Nº 5)

En base a lo afirmado por Marquéz (1986), este resultado puede ser debido a la competencia por el nitrógeno entre las plantas y dentro de las plantas ya que él señala que cada línea o híbrido de sorgo tiene una capacidad de respuesta a la

variante de fertilización y posiblemente a la presión de competencia que impone una densidad de plantas. En este estudio en la variedad de sorgo PINOLERO -1 el peso de la semilla respondió aunque no significativamente a la fertilización nitrogenada cuando hubo bajos niveles y a baja densidad poblacional (45 Kg/ha. y 114,000 plantas/ha respectivamente). Coincidiendo ésto con lo referido por Millar (1975) quien resume que el nitrógeno es un elemento constituyente de cualquier célula viva y es abundante especialmente en hojas y semillas de las plantas.

Observando más detalladamente se detectó que la variable peso de mil semillas está también influenciada por el tamaño de la panoja, ya que haciendo una relación del peso de la semilla, rendimiento y longitud de panoja en los Cuadros 3, 4 y 5 observamos que cuando tenemos mayor longitud de panoja se obtuvo mayor rendimiento de grano, pero el peso de mil semillas es menor, existiendo, aunque no en general, cierta relación inversamente proporcional entre la longitud de panoja y el rendimiento de grano con el peso de mil semillas.

Con los resultados obtenidos en este estudio nos deja entrever, que en la medida que aumenta el tamaño de la panoja disminuye el tamaño de la semilla aumentando el número de las mismas por panoja

3.10 Rendimiento.

El rendimiento del grano es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos y ambientales que se correlacionan para luego expresarse en producción por hectárea (Paul, 1985).

La ingesta de nutrientes es indispensable para el crecimiento de la planta de sorgo y para su rendimiento final. En general la fertilidad natural del suelo no

es suficiente para mantener la producción máxima de un cultivo (Miller, 1980).

En esta variable no se observó diferencia significativa entre los factores estudiados ni entre los tratamientos, no obstante se observó que en la medida que aumentó el factor densidad poblacional existe tendencia de aumentar ligeramente el rendimiento de grano, esto se observa en el Cuadro N° 3.

En lo que respecta a los niveles de nitrógeno éstos presentan un comportamiento oscilatorio como se observa en el Cuadro N°4, alcanzando el máximo rendimiento con el nivel 45 kg N/ha.

En el análisis de las interacciones de los factores en estudio (Cuadro N°5) se observó que los máximos rendimientos se obtuvieron cuando tuvimos poblaciones de 228,000 plantas/ha con un nivel de nitrógeno de 45 kg/ha. A partir de la población de 228,000 plantas/ha si ésta se aumentaba manteniendo constante el nivel de nitrógeno de 45 Kg/ha se observó tendencia a disminuir los rendimientos, esto nos lleva a interpretar que esta variedad mostró cierta sensibilidad a las altas poblaciones, lo cual hace que la competencia interespecífica sea mayor reflejándose esto en una disminución, aunque no significativa, en el rendimiento de grano.

Estos resultados no coinciden en lo general con lo señalado por Pineda (1989) quien recomienda densidades poblacionales en un rango de 243,000 - 319,500 plantas /ha para obtener los mejores rendimientos, de lo contrario, a mayor ó menor población de ese rango disminuyen los rendimientos.

Por otro lado se observa en el Cuadro N°5 que el nivel de 90 Kg N/ha incrementa ligeramente los rendimientos en la medida que se aumenta la densidad poblacional hasta la de 228,000 plantas/ha exceptuando la población de 285,000 plantas/ha que sufre una drástica disminución en el mismo.

En el nivel cero de nitrógeno se observó un comportamiento ascendente conforme aumentan las poblaciones de plantas (Cuadro Nº 5) alcanzando su máximo rendimiento con la población de 285,000 plantas/ha. Esto nos lleva a deducir que la variedad de sorgo PINOLERO - 1 y bajo las condiciones de suelo como las señaladas en el Cuadro Nº 1, aprovecha más eficientemente el nitrógeno disponible del suelo, ya que según escala mencionada por Ortíz (1977), la materia orgánica contenida en el suelo (Cuadro Nº 1) está catalogada como alta y por lo tanto un alto contenido de nitrógeno total del cual, según Fassbender (1987), solo está disponible para la planta un 1.2%, suficiente para el desarrollo de las plantas.

Cuadro Nº 3: Efecto de la densidad poblacional en el rendimiento y sus componentes.

Densidad Poblacional (Ptas/ha)	Peso de mil semillas (gramos)	Longitud de Panoja (cm)	Panojas Cosechadas (ha)	Rendimiento (kg/ha)
114,000	20.32 a	29.63 a	111,000 a	7236 a
171,000	21.84 a	28.13 a	163,000 b	7528 a
228,000	20.45 a	28.13 a	186,000 c	7583 a
285,000	20.85 a	28.50 a	193,000 c	7625 a
ANDEVA	N.S.	N.S.	*	N.S.
C.V.	7.9	8.6	13.30	10.30

Números dentro de cada columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($P \geq 5\%$).

Cuadro N^o 4: Efecto de los niveles de nitrógeno en el rendimiento y sus componentes.

Niveles de nitrógeno kg N/ha	Peso de mil semillas (gramos)	Longitud de Panoja (cm)	Panojas Cosechadas (ha)	Rendimiento (kg/ha)
0	21.39 a	28.31 a	168,333 a	7486 a
45	20.64 a	29.00 a	171,666 b	7597 a
90	20.75 a	28.44 a	168,333 a	7556 a
135	20.69 a	28.63 a	165,000 c	7333 a
ANDEVA	N.S.	N.S.	*	N.S.
C.V	4.2	6.7	9.2	8.8

Cuadro Nº 5: Efecto de las interacciones densidad poblacional y niveles de nitrógeno en el rendimiento y sus componentes.

Densidad x Niveles	Peso de mil semillas (gramos)	Longitud de Panoja (cm)	Panoja Cosechada (hó)	Rendimiento (kg/ha)
D1 X N0	20.50 a	28.50 a	111,666 a	6917 a
D1 X N1	20.90 a	31.00 a	110,000 a	7125 a
D1 X N2	20.20 a	29.00 a	111,566 a	7681 a
D1 X N3	19.70 a	30.00 a	112,566 a	7222 a
D2 X N0	23.00 a	27.25 a	155,000 b	7389 a
D2 X N1	20.65 a	28.25 a	168,333 b	7292 a
D2 X N2	22.15 a	29.50 a	168,333 b	7708 a
D2 X N3	21.55 a	27.50 a	165,000 b	7708 a
D3 X N0	21.10 a	28.75 a	191,666 c	7708 a
D3 X N1	20.25 a	29.25 a	196,666 c	8028 a
D3 X N2	20.40 a	26.75 a	185,000 c	7750 a
D3 X N3	20.05 a	27.75 a	173,333 c	6875 a
D4 X N0	20.95 a	28.75 a	198,333 c	7944 a
D4 X N1	20.75 a	27.50 a	190,000 c	7944 a
D4 X N2	20.25 a	28.50 a	190,000 c	7083 a
D4 X N3	21.45 a	29.25 a	196,666 c	7528 a

IV CONCLUSIONES:

En base a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1-El rendimiento del grano de sorgo de la variedad PINOLERO - 1 no fue afectada significativamente por los niveles de nitrógeno evaluados, observándose el mayor rendimiento para este factor cuando aplicamos 45 kg N/ha.

2-Las densidades poblacionales estudiadas no afectaron significativamente el rendimiento del grano de sorgo de la variedad PINOLERO - 1. Para dicho factor se presentó el mayor rendimiento con 285,000 plantas/ha y el menor con 114,000 plantas/ha

3 -No hubo interacción de los factores estudiados sobre el rendimiento de grano, sin embargo con la densidad poblacional de 228,000 plantas/ha y el nivel de nitrógeno de 45 Kg/ha se obtuvo el mayor rendimiento, y el menor con 228,000 plantas/ha y 135 Kg N./ha

V RECOMENDACIONES:

1- No usar más de 45 kg/ha de nitrógeno en suelos con fertilidad de media a alta.

2- Evaluar las mismas densidades poblacionales y niveles de nitrógeno en otras regiones donde las condiciones agroclimáticas sean diferentes para tener resultados mas amplios sobre esta variedad.

3- Repetir el experimento con los mismos parámetros agronómicos en la misma zona experimental.

BIBLIOGRAFIA

Arzola, P. Fundora, O. H y Machado, J. A 1981. Suelos Plantas y Abonados.

Pueblo y Educacion. La Habana Cuba. 461 p.

Aguilar, C. A. 1988 . Efecto de tres niveles de nitrógeno y cuatro dosis de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo. Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Agrónomo

Demolón, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados

Editorial pueblo y educacion. Cuba. p 220, 226, 228, 243.

Devlin, R. M. 1980 Fisiología Vegetal. Casanova. Barcelona. p 320

Firman, E. B 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos.

Ediciones Omega. Barcelona. p 17.

Fassbender, H. W. 1987. Química de suelos. Con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica.

House, L R. 1982. El Sorgo. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p 175

Ignatier, V. 1967. Uso eficaz de los fertilizantes. Editorial Ciencia y Técnica p. 223.

- Millar, C. E. Foth, H. D. Turk, L. M 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo
Cecsa. México. p. 329.
- León, L. 1987. Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales.
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola de la OEA.
San José, Costa Rica. p 158
- Ministerio de Agricultura y Ganaderia. 1975. Correlación de análisis de suelos
con el rendimiento del cultivo. Managua, Nicaragua. 50 p
- Marquez, J .M. y Salguero R. 1989. Estudio del efecto de densidad poblacional y
fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de grano de tres híbridos
promisorios de sorgo. PCCMCA XXXV Reunión anual 1989. San Pedro, Sula
Honduras C.A.
- Miller, F.R, D.K. Barnes y H.J. 1980. Crecimiento y desarrollo de sorgo En
Producción y Protección Vegetal. Introducción al control integrado de
plagas de sorgo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y
la Alimentación. Roma 1980. p 10, 11,12, 14.
- MIDINRA. 1985. Guía tecnológica para la producción de sorgo granífero en
secano. Dirección de granos básicos. Managua Nicaragua. 28 p
- Ortiz, V. B. 1977. Fertilidad de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo.
Chapingo, México. p 46.
- Paul, C. L. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT. CIMMYT. México.

- Pacheco, G. A. 1988. Ensayos de evaluación de los factores; densidad de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el híbrido de sorgo granífero Nicaragüense (HSGN-89). Informe anual. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (1988). Managua, Nicaragua.
- Pineda, L. L. 1990. Manejo adecuado de la densidad de siembra de sorgo. Boletín informativo. Managua Nicaragua (1990), 8 p.
- Sauchelli, V. 1970. Química y tecnología de los abonos nitrogenados. Ciencia Técnica. Instituto del Libro. Barcelona. p. 6
- Salazar, A. 1974. La producción de sorgo granífero en Nicaragua. Comisión Nacional Permanente para la Coordinación de Asistencia Técnica y Agropecuaria. Managua, Nicaragua. p 61
- Sánchez, A. S. 1981. Nitrógeno. En Suelos del Trópico Características y Manejo. 1era Edición. IICA 1981. San José, Costa Rica. p 307
- Tapia, B. H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. Publicación MIDINRA. Managua Nicaragua. p 40.