

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION NITROGENADA Y DENSIDAD
DE POBLACION EN EL CULTIVO DE SORGO PARA
GRANO (Sorghum vulgare, Pers), EN
MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA EL PASANTE

IGNACIO GALLEGOS VALENZUELA

MARIN, N. L.

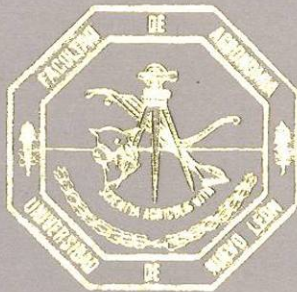
JULIO DE 1984

T
SB23
G35
c.1



1080062475

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION NITROGENADA Y DENSIDAD
DE POBLACION EN EL CULTIVO DE SORGO PARA
GRANO (Sorghum vulgare, Pers), EN
MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA EL PASANTE

IGNACIO GALLEGOS VALENZUELA

MARIN, N. L.,

JULIO DE 1984

T
SB 235
93



i

DEDICATORIA

A mis padres, con eterno agradecimiento.

FLORENCIO GALLEGOS HERRERA (+)
ALICIA VALENZUELA ALVAREZ

A mis hermanos, con afecto.

FRANCISCO
JUVENAL
JULIO
BELEM
FLORENCIO
GRACIELA
MA. CONCEPCION
EVARISTO
ADRIAN
JOSE MARIA

A la Srita. Alma Leticia Márquez Aguirre, con respeto y cariño.

A mis cuñados.

EMILIO
JERONIMO
BERTHA
CRISTINA
CONCEPCION
MARIA
SUSANA

A mi amigo José Guadalupe Torres Aguirre.

A mi Escuela, por su loable labor en pro del Campo Mexicano.

A mis maestros y compañeros de generación.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Agronomía de la U. A. N. L., por haberme otorgado las facilidades necesarias para llevar a cabo el presente trabajo.

A mis asesores:

Al Ing. Humberto Rodríguez Fuentes, por sus valiosas sugerencias y atinadas intervenciones durante el desarrollo del experimento.

Al Ing. Ernesto Sánchez Alejo, por su desinteresada ayuda en la revisión y sugerencias hechas para el escrito del presente trabajo.

Al Ing. Reynaldo Alonso Velasco, del Campo Agrícola Experimental Huimanguillo (INIA), por su valiosa ayuda y estímulo en la revisión y realización del escrito de esta Tesis.

Al Sr. Jacinto Santos Morales, por la ayuda prestada para la presentación de éste trabajo.

A la Sra. Rosa María Martínez Peralta, por su ayuda en la transcripción mecanográfica de esta Tesis.

A todas las demás personas que en forma directa o indirecta colaboraron en la realización del presente estudio.

INDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| REVISION DE LITERATURA | 3 |
| El cultivo del sorgo | 3 |
| Fertilización en sorgo | 7 |
| Necesidades del cultivo | 7 |
| Importancia del nitrógeno | 10 |
| Importancia del fósforo | 14 |
| Importancia de la densidad de población | 15 |
| MATERIALES Y METODOS | 23 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 32 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 48 |
| RESUMEN | 50 |
| APENDICE | 52 |
| BIBLIOGRAFIA | 66 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.- Tratamientos utilizados en el experimento de sorgo para grano... | 25 |
| Tabla 2.- Determinaciones y metodología empleada en el análisis físico-químico de suelo y subsuelo..... | 27 |
| Tabla 3.- Precipitación (mm) registrada en el área del experimento de sorgo para grano, ciclo primavera, en Marín, N.L..... | 28 |
| Tabla 4.- Análisis de varianza para rendimiento de grano en sorgo..... | 32 |
| Tabla 5.- Propiedades físico-químicas de las muestras de suelo y subsuelo donde se desarrolló el experimento..... | 34 |
| Tabla 6.- Análisis de varianza para por ciento de nitrógeno en la hoja media..... | |
| Tabla 7.- Datos promedio en por ciento de nitrógeno en la hoja media..... | 36 |
| Tabla 8.- Coeficiente de correlación entre el contenido de nitrógeno en la hoja media y las dosis de nitrógeno estudiadas..... | 37 |
| Tabla 9.- Análisis de varianza para el contenido de fósforo en la hoja media a los 90 días..... | 38 |
| Tabla 10.- Análisis de varianza para área foliar (cm ²)..... | 39 |
| Tabla 11.- Análisis de varianza para altura final de la planta..... | 40 |
| Tabla 12.- Análisis de varianza para altura a hoja bandera (cm)..... | 41 |
| Tabla 13.- Análisis de varianza para altura a la excerción de la panoja (cm)..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Tabla 14.- Análisis de varianza para diámetro de la parte media del tallo..... | 43 |
| Tabla 15.- Análisis de varianza para longitud de panoja (cm) | 44 |
| Tabla 16.- Análisis de varianza para longitud excerción de panoja (cm) | 45 |
| Tabla 17.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje como materia seca en ton/ha!..... | 46 |
| Tabla 18.- "Comparación de medias para rendimiento de forraje como materia seca en ton/ha!..... | 47 |
| Tabla 19.- Rendimiento de grano de sorgo en Kg/ha..... | 53 |
| Tabla 20.- Datos promedio por parcela útil para porcentaje de nitrógeno en la hoja media..... | 54 |
| Tabla 21.- Datos promedio por parcela útil para porcentaje de fósforo en la hoja media a los 90 días de desarrollo de cultivo..... | 55 |
| Tabla 22.- Datos promedio por parcela útil para área foliar en cm ² | 56 |
| Tabla 23.- Datos promedio por parcela útil para altura final de la planta (m)..... | 57 |
| Tabla 24.- Datos promedio por parcela útil para altura a hoja bandera..... | 58 |
| Tabla 25.- Datos promedio por parcela útil para altura a la excerción de la panoja (cm)..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla 26.- Datos promedio por parcela útil para diámetro de la parte media del tallo (cm)..... | 60 |
| Tabla 27.- Datos promedio por parcela útil para longitud de panoja (cm)..... | 61 |
| Tabla 28.- Datos promedio por parcela útil para longitud de panoja (cm)..... | 62 |
| Tabla 29.- Rendimiento de forraje como materia seca..... | 63 |
| Tabla 30.- Principales plagas y enfermedades del sorgo y algunos productos químicos para su control..... | 64 |
| Figura 1.- Croquis del experimento, distribución de tratamientos y dimensiones de parcelas..... | 24 |

INTRODUCCION

El cultivo del Sorgo en México empezó a adquirir importancia aproximadamente en 1958 en la zona Norte de Tamaulipas (Río Bravo), extendiéndose prácticamente al resto de los estados de la República, alcanzándose en el ciclo de 1976-1977 una superficie aproximada de 1,240,000 hectáreas, en la República Mexicana.

Es notorio de que dicho cultivo, año con año, ha adquirido mayor demanda, principalmente en el aspecto pecuario para la elaboración de alimentos balanceados. Por estas circunstancias la producción nacional actual de 4,010,607 toneladas (SARH, 1980), no satisface las necesidades del país, por lo cual es necesario importar cantidades de grano que cubran estos requerimientos.

El sorgo se ha visto que puede substituir al maíz en la mayoría de los usos que éste tiene, como en la alimentación humana, para la engorda de animales y para la industria. En el estado de Nuevo León, la superficie cosechada de sorgo para grano en 1980 fué de 43,413 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2,578 toneladas por hectárea.

Por tal motivo, el agricultor se ve en la necesidad de incrementar la producción, para lo cual tiene que recurrir entre otras cosas, al empleo de los fertilizantes nitrogenados principalmente, y a la utilización de una adecuada densidad de población de plantas, que proporcione los máximos rendimientos.

En base a esta situación, se estableció un estudio en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Marín, N. L., con la finalidad de probar el efecto de 4 niveles de fertilización nitrogenada y 4 densidades de población de plantas en el cultivo de sorgo para grano, en el ciclo de primavera-verano de 1981.

REVISION DE LITERATURA

El cultivo del Sorgo

Se cree que el sorgo *Sorghum vulgare*, *Pers* es originario de Africa en la zona ecuatorial. Su propagación a otras regiones del planeta se atribuye a la mano del hombre (18).

El sorgo para grano fué introducido a México como un cultivo potencial en áreas de escasa precipitación, pero pronto se convirtió en un cultivo de las áreas de riego, llegando inclusive a desplazar a otros cultivos que tradicionalmente se explotaban en esas condiciones. Sin embargo el sorgo sigue siendo una posibilidad en las áreas temporales de nuestro país en donde otros cultivos prosperan difícilmente (6).

El sorgo, es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. En general las variedades de mayor rendimiento son de 120 a 140 días; más tiempo no es conveniente porque estas variedades ocupan demasiado tiempo el terreno de cultivo (18).

Se ha encontrado en términos generales que el sorgo se adapta bien en regiones cuya altura no exceda de 1,900 metros sobre el nivel del mar y prospera favorablemente en zonas con una precipitación media anual de 430 milímetros en adelante (8).

En cuanto al clima, el sorgo se adapta a diversos tipos, pero crece y se desarrolla mejor donde la temperatura es uni-

formemente alta sobre todo durante el período de crecimiento. Por tal motivo la época de siembra debe ser oportuna para que la germinación y el rápido desarrollo de las plantas tenga lugar durante el período de temperaturas elevadas, y la floración y fructificación cuando prevalezcan mas moderadas. Se considera como temperatura media óptima para su crecimiento 26.7° C y como mínima 16° C. La temperatura media máxima a la que puede desarrollarse el sorgo es de 37.5° C (12, 18).

Se considera que el sorgo es una planta de días cortos, - porque los fotoperíodos largos (noches cortas) retardan la floración. El fotoperíodo óptimo para adelantar el comienzo del - período de floración es el de 10-11 hrs, aproximadamente. Si son mayores de 11-12 hrs, se estimula el crecimiento vegetativo, pero se retarda la floración (27).

Crece en todo tipo de suelos, su característica más importanante es la capacidad de extraer agua del suelo para su crecimiento. Se le cosecha bien en suelos cuyo pH oscila entre 5.5 y 8.5 y tolera la salinidad, alcalinidad y el mal drenaje. Cuando las condiciones climáticas son adecuadas, crece mejor - en suelos fértiles y profundos (27).

En lo que se refiere a humedad del suelo, el sorgo tiene varias características que le dan resistencia a las sequías; - la profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular, una serie de hileras de células higroscópicas se encuentran a los lados de la nervadura central, las que causan - que las hojas se doblen en lugar de enrollarse como en el maíz

esto disminuye la transpiración; además las hojas del sorgo - tienen una capa cerosa que contribuye a su resistencia a la se quía (18).

Cuando se desean obtener niveles altos de rendimiento de sorgo se requieren grandes cantidades de agua. Los siguientes datos (según Musick y Grimes 1961) ilustran sobre los requerimientos de agua en condiciones de disponibilidad ilimitada -- (27).

| ETAPA DE CRECIMIENTO DESDE LA GERMINACION A: | USOS DEL AGUA ACUMULATIVO EN mm |
|---|------------------------------------|
| 30 cm | 100 - 125 |
| Envainamiento | 225 - 250 |
| Grano blando | 450 - 500 |
| Maduración | 550 - 600 |

En términos generales el período comprendido entre las - primeras lluvias y las primeras heladas tempranas, fijan el - criterio para escoger la variedad o híbrido del sorgo con función de la duración del ciclo vegetativo o madurez.

Las recomendaciones del INIA (Instituto Nacional de Inves-
tigaciones Agrícolas) hechas para la región de Tamaulipas son:
en el cultivo de primavera sembrar del 15 de febrero al 15 de
marzo. En el cultivo de invierno no se aconseja por presentar-
se muchos problemas de plagas, y las recomendaciones técnicas
de la SARH para las regiones Centro y Norte del estado de Nue-

vo León son: en el ciclo temprano del 1o al 31 de marzo y el ciclo tardío del 15 de junio al 31 de julio (8, 18, 22).

La siembra puede hacerse en el lomo o a los lados de los surcos separados a 75 ó 92 cm y en suelo seco o húmedo. La semilla debe depositarse a una profundidad de 3 cm en suelo seco y de 7 cm en suelo húmedo. Pero, en ambos casos la profundidad debe ser siempre uniforme (12).

Se recomienda mantener el cultivo del sorgo libre de malezas durante los primeros 40 ó 45 días a su emergencia, ya sea mediante el uso de herbicidas o con equipo mecánico. Los deshierbes deben ser completamente superficiales, para no perjudicar la masa de raíces no profundas que alimentan la planta (18).

El número de riegos fluctúa entre 4 y 5 para las condiciones del Norte de México, tanto para siembras de primavera como de verano, los intervalos entre los riegos, dependen de las condiciones del suelo y clima, así como de la altura de la planta. Los períodos críticos que se deben evitar que no sufra la planta son: germinación y desarrollo del cultivo, floración y antes de la madurez del grano (4, 1, 12, 18).

El grano del sorgo se cosecha en forma mecánica, cuando su humedad sea del 20 al 25%, si se le va a almacenar normalmente no se cosecha hasta que el grano se halla secado a campo con 13% de humedad o menos, salvo que se seque artificialmente o se ensile (27).

Dentro de las plagas mas importantes del sorgo en México,

se encuentra la mosca de la panoja Cantarinia sorghicola. Se ha podido observar que infestaciones fuertes de esta plaga, reduce considerablemente el rendimiento, ya que un rendimiento de 5 ton/ha puede quedar reducido a 500 kg y hacer así incosteable aún a la operación de trilla. Algunos productos químicos para su control que deben aplicarse, así como otras plagas y enfermedades se muestran en el apéndice (18).

Fertilización en Sorgo

Durante los últimos 30 años se han hecho avances en el estudio de los problemas de fertilidad del suelo, los frutos de estos estudios son evidentes por doquier, por lo que la producción agrícola en los países avanzados es más alta hoy que nunca (23).

Necesidades del cultivo

El sorgo crece bien en todo tipo de suelo, pero lo hace mejor en uno bien mullido, con una fertilidad alta y balanceada y un pH casi neutro. Puede tolerar variaciones considerables en la fertilidad y en el equilibrio de diversos elementos pero los rendimientos y la eficiencia de la planta disminuye cuando niveles de fertilidad son bajos y ésta no es equilibrada. Antes de la década de 1950 se usaba relativamente poco fertilizante para el sorgo. En 1959, el 21% de la superficie dedicada al sorgo recibía un promedio de 60, 13 y 21 kg de N, P, K, respectivamente, por hectárea fertilizada.

Esto representó solo el 2% del fertilizante usado en todo

Estados Unidos. Hacia 1964 casi el 50% de los cultivos de sorgo se fertilizaron (Departamento de Comercio de los Estados Unidos) (27).

La fertilidad del suelo determina en gran parte la calidad y la cantidad de las cosechas, de manera que en general todos los gastos hechos en fertilizantes se recuperan ampliamente con el rendimiento de la cosecha. El cultivo del sorgo, consume grandes cantidades de nitrógeno y otros nutrientes que el agricultor debe proporcionar al suelo, de acuerdo con las características de éste. Para muchas tierras del Noreste de México, se recomienda aplicar nitrógeno, al efectuar la siembra en cantidades que varían de 80 a 100 kg por hectárea, utilizando-se la fuente de nitrógeno mas facilmente obtenida en el mercado (12).

A través de las experiencias adquiridas; los técnicos mexicanos constatan que el sorgo responde favorablemente a la aplicación de altos niveles de nitrógeno, no observandose esto en cuanto a fertilizaciones fosforadas y potásicas, ni a los fertilizantes foliares, sin embargo en ciertas regiones de este país la respuesta del sorgo a las aplicaciones fosforadas, si bien no son exorbitantes, no dejan de ser significativas y su recomendación es indispensable (2).

Por los resultados de numerosos trabajos de experimentación, se ha comprobado plenamente que el sorgo de grano necesita algo mas que tan solo nitrógeno. El Instituto Nacional de Nutrientes vegetales de los Estados Unidos, consideran que una

cosecha de sorgo que produce 3.6 toneladas de grano consume los siguientes nutrientes:

| N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 265 kg | 106 kg | 257 kg | 57 kg | 40 kg | 8.6 kg |

Se considera que el sorgo retira del suelo más o menos la misma cantidad de nutrientes que el maíz consume, salvo que ocurran circunstancias especiales (2).

Si se aplican fertilizantes, deben aplicarse en la cantidad suficiente que requiera el desarrollo de la planta. Los sorgos absorben mucho nitrógeno durante dos períodos: en el rápido crecimiento vegetativo, antes de formarse la panoja y en el desarrollo del grano. La acumulación del fósforo es elevada durante el crecimiento vegetativo inicial, pero lo es más importante en las primeras etapas de formación del grano (27).

Como es natural la cantidad de nutrientes que se utilizan en el cultivo del sorgo de grano varía muy significativamente en las tierras de temporal, como consecuencia de la variabilidad de las lluvias, ya que esto significa prontitud o retraso en la disolución de los fertilizantes en el interior del suelo y su asimilación por la planta de sorgo (2).

Importancia del nitrógeno

Se conocen unos 16 elementos que son indispensables para las plantas superiores, y algunos otros adicionales que son necesarios para algunas de las formas inferiores del reino vegetal. La planta necesita grandes cantidades de carbono, oxígeno, hi-

drógeno, nitrógeno, fósforo y azufre, para constituir sus tejidos y además pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso, zinc, cobre, boro, por lo menos y frecuentemente de molibdeno para la elaboración de sus enzimas (3, 12).

De todos los elementos nutritivos, el nitrógeno es el único que no existe en la roca madre. Aquel que se encuentra en el suelo procede de la atmósfera, tras haber seguido uno de los procesos microbiano o de fijación, que produce la combinación de este elemento con hidrógeno u oxígeno. La atmósfera contiene casi 78% del nitrógeno, sin embargo, este nitrógeno no puede ser utilizado por las plantas superiores, y requiere la previa combinación con hidrógeno o con oxígeno (12, 12, 1, 26).

El nitrógeno es esencial para el desarrollo de los vegetales, dado que es un constituyente de todas las proteínas y por consiguiente del protoplasma. Se absorbe generalmente por las plantas como iones nitrato o amonio, aunque el nitrato es rápidamente reducido posiblemente a amonio por medio de una enzima que contiene molibdeno (19).

La planta necesita de nutrientes para 3 fines distintos - que a la vez se superponen: tiene que constituir su protoplasma y formar todas las enzimas que precisa para sus procesos vitales y desarrollo. Tiene que elaborar los tejidos para soportar y proteger su protoplasma (19).

Dentro de los factores que afectan a la facultad de una planta para absorber nutrientes, los mas importantes son:

1. Concentración de oxígeno en la atmósfera del suelo: una aereación pobre, además de afectar al estado de oxidación inhibe la absorción de nutrientes.
2. La temperatura del suelo: la absorción de nutrientes se relaciona con la actividad metabólica, la cual a su vez depende de la temperatura. Así en tiempo de frío se requieren mayores aportes de fertilizantes, que en tiempo caluroso para obtener una misma respuesta. Esto es particularmente cierto en el caso del fósforo.
3. Reacciones antagónicas: se sabe que existen antagonismos entre muchos iones, por ello, la solución del suelo debe tener un adecuado balance de todos los constituyentes.
4. Sustancias tóxicas: algunas sustancias, pueden interferir con los procesos metabólicos de la planta. Tal es el caso de altas concentraciones de manganeso y aluminio en suelos ácidos de las sales solubles y de algunos microelementos en especial el boro (14).

El nitrógeno en la forma de proteínas se halla presente en el protoplasma de cada célula. Además, se encuentra en muchos compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como la clorofila, nucleotidos, alcaloides, así como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas.

El nitrógeno hace ver a las plantas de un color verde os-

curo y más suculentas; también hace que las células sean más grandes con paredes celulares más delgadas. Además aumenta la proporción de agua y reduce el porcentaje de calcio en los tejidos de la planta. El nitrógeno fomenta el desarrollo vegetativo e impulsa la formación de follaje de buena calidad facilitando la producción de carbohidratos y ayudando a la suculencia (24).

Cantidades excesivas de nitrógeno dan hojas con células tan grandes y de pared celular tan delgadas que son fácilmente atacadas por insectos y hongos patógenos y dañadas por condiciones climatológicas desfavorables como las sequías y heladas. Por el contrario una provisión muy baja de nitrógeno, da hojas con células muy pequeñas y paredes gruesas y, por consiguiente duras y fibrosas (19).

Los síntomas que presenta una deficiencia de nitrógeno, es quizá la mas extendida en los cultivos y ejerce un marcado efecto en los rendimientos de la planta. A causa de una deficiencia clorofílica, el vegetal sufre la inhibición de su capacidad de asimilación y de formación de carbohidratos. Ello conduce a una deficiente y prematura floración y fructificación y como consecuencia, el período vegetativo se acorta. Es característica de la falta de nitrógeno la pérdida uniforme del color verde de las hojas, que pasan a una coloración amarillo pálido

En algunos cultivos puede observarse, algunas veces, tonos purpúreos y rojizos en los nervios de las hojas, mas intensos por el envés que por el haz. Los síntomas de esta deficiencia

cia son siempre mas intensos en los tejidos viejos (14).

Las pérdidas de nitrógeno en el suelo pueden ser por:

- Absorción por los cultivos
- Lixiviación. La mayor parte del nitrógeno mineral se pierde en forma de nitrato. La pérdida es mayor en suelos de textura gruesa.
- Cambio de formas gaseosas. A causa de procesos biológicos en que intervienen microorganismos y de procesos químicos.
- Erosión (4).

Las variantes formas de aplicar los fertilizantes al suelo son: en forma directa al suelo, ya sea en banda (sencilla, doble o múltiple; superficial o incorporada al suelo), al voleo (superficial o incorporado al suelo), y mateado, que se hace en forma superficial.

La fertilización en bandas sencillas en forma superficial aplicada mecánica o manualmente, puede utilizarse en cultivos sembrados en hileras, como el maíz, sorgo, ajonjolí, etc.

La fertilización en banda sencilla incorporada al suelo es sumamente utilizada para la mayoría de los cultivos sembrados en hileras. Se usa para fertilizaciones iniciales con nitrógeno, fósforo y/o potasio. Este sistema puede utilizarse en cultivos como maíz, sorgo, ajonjolí, garbanzo, soya, etc, (20)

Importancia del Fósforo

El fósforo desempeña un papel fundamental en gran número de reacciones enzimáticas que dependen de la fosforilación.

Posiblemente por esta razón es un constituyente del núcleo celular y es esencial para la división de las células y para el desarrollo de los tejidos meristemáticos. Las plantas absorben su fósforo casi exclusivamente como iones fosfato inorgánicos probablemente solo como iones PO_4H_2 y posiblemente a causa de esto es por lo que muchas plantas sufren deficiencia de fosfato sobre suelos alcalinos (19).

Para evitar la fijación de los fosfatos solubles cuando se aplican al suelo en forma de fertilizantes el mejor procedimiento es aplicarlos en fajas o bandas a lo largo de las líneas de los cultivos. Con este sistema, parte del fosfato no entra en contacto directo con el suelo. Además, la porción del suelo sobre la que se coloca el fosfato puede quedar tan completamente saturada de fosfato que ya no tenga lugar posteriormente a la fijación (3).

Las plantas son muy sensibles al fósforo cuando son muy jóvenes, pero esta sensibilidad disminuye rápidamente con la edad. Según Papadakis en un experimento el nivel crítico de fósforo bajó de 0.6% a 0.11% con la edad de la planta; después de los 120 días este descenso dejó de ser significativo.

Se puede establecer, que cuando un cultivo es muy joven casi no hay suelos suficientemente ricos en fósforo; y cuando un cultivo ha crecido un poco, muchos suelos, son suficiente-

mente ricos, para que no halla respuesta apreciable (16).

Un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan su sistema radicular raquíptico, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos de las plántulas deficientes son, por lo general pequeños y muestran una coloración verde-rojiza, purpúrea o bronceada.

Si la deficiencia es muy aguda, suelen presentarse quemaduras irregulares en los bordes de las hojas, la floración y la maduración son retardadas, produciendo semillas y frutos pequeños, por tanto, hay una gran merma en los rendimientos a causa de la deficiencia fosfórica (14).

Si se rectifican las deficiencias limitantes, puede ser también necesario incrementar el número de plantas por hectárea, para conseguir el máximo incremento posible de rendimiento con esta mejora, pues cada una de las plantas necesitará menos volúmenes de suelo para conseguir los elementos nutritivos que precisa (19).

Importancia de la densidad de población

En el pasado la densidad de siembra se expresaba en kilogramos por hectárea, pero las diferencias en el tamaño de las semillas entre las variedades hacía que estas recomendaciones fueran inexactas. Los sorgos graníferos varían desde menos de 33,000 ó más de 44,000 semillas por kilogramo. De modo que la densidad de siembra se expresa ahora en población de plantas, por hectárea (27).

El empleo del número adecuado de plantas por unidad de área, su distribución en el terreno, así como la dosis indicada de fertilizante nitrogenado que deberá emplearse en determinadas circunstancias, figuran entre los factores mas importantes para obtener los máximos rendimientos unitarios (4).

El sorgo compensa parcialmente la densidad cuando los entresurcos son muy grandes con la proliferación de macollos, que es abundante en suelos pesados (arcillosos), que dá por resultado más panojas y un rendimiento mayor. Sin embargo la densidad debe estar proporcionada a la capacidad del suelo, a las reservas de agua al sembrar y al caudal de precipitación que se espera o al riego que se tenga planificado.

Experimentos con sorgo para grano en hiléras muy juntas están bien documentados (Stickler 1964, Robinson y otros 1964, Mann 1965). Los estudios demuestran que es más ventajoso que la separación entre los surcos sea de 50 cm en vez de 1 metro.

En condiciones promedio o por encima de éste, las hileras poco espaciadas proveen una área mas efectiva de suministro de nutrientes alrededor de cada planta, y una mejor protección del suelo, con lo cual desciende la temperatura del suelo y disminuye la evaporación (27).

El rendimiento máximo es el mayor rendimiento posible de una planta en una superficie determinada, bajo las condiciones más favorables de suelo y la máxima población, ya que la cantidad que realmente se produce, aún en condiciones ideales tiende gradualmente a un límite considerado como óptimo (25).

Varios investigadores han obtenido incrementos significativos entre los rendimientos de grano de sorgo, al reducir la separación entre los surcos, tal es el caso del estudio realizado en Bushland, Texas, E.U.A., por los investigadores Porter Jensen y Sletten, en el año de 1956. (citado por Rafael Maciel y Rodolfo Moreno) informaron que sembrando poblaciones de -- plantas de sorgo para grano entre 150,000 a 370,000 por ha, en surcos separados de 30 a 50 cm entre sí, obtuvieron rendimientos de grano, mayores que los producidos en surcos con separación de 76 a 100 cm (15).

Variar la distancia de siembra en ocasiones permite que el agricultor utilice mejor los recursos disponibles. No siempre el resultado repercute en rendimientos mas' elevados, pero en ciertos casos se invierte menos y se trabaja de una manera más eficiente (7).

En la mayor parte de las tierras de secano dedicadas al cultivo del sorgo para grano se siembran densidades que producen poblaciones que varían entre 50,000 y 90,000 plantas por hectárea.

Si se practica el riego, se necesitan altas densidades de siembra (de 250,000 a 300,000 plantas/ha) para obtener rendimientos máximos. Con tales poblaciones las hileras deben ser lo suficiente estrechas, para evitar el apiñonamiento de las plantas en cada hilera. Por supuesto las grandes poblaciones utilizan mucha agua y elementos nutritivos del suelo, y las plantas con frecuencia compiten entre sí por la luz del sol y

quizá por el anhídrido carbónico.

El sorgo no crece de la misma forma en poblaciones de alta o baja densidad, cuando es alta, las plantas son más elevadas y producen panojas más pequeñas en tallos más finos. Como las panojas son pequeñas, aunque numerosas y hay pocos macollos el cultivo tiende a madurar en forma pareja, con lo cual se facilita la cosecha. El sorgo muy espaciado puede producir panojas más grandes en tallos más fuertes, pero las panojas de los macollos tardíos con frecuencia aumentan el contenido de humedad del grano a máquina (27).

Uno de los híbridos que promete adaptarse en buena forma a las condiciones del área de estudio, es el híbrido Asgrow - topaz el cual posee las siguientes características; florece entre 65 y 75 días y se cosecha entre 105 y 130 días; es resistente al *Downy mildew*, a las razas 1 y 3 del carbón de la panoja, al mosaico del maíz y a la Antracnosis; es resistente al acame y su altura es de 0.96 a 1.27 m.

A continuación se citan algunos trabajos relacionados con la fertilización nitrogenada y/o densidad de población.

Camacho, G. J. en su trabajo realizado en Cd. Anáhuac, N. L., al evaluar 4 niveles de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg de nitrógeno por hectárea) y 4 niveles de fósforo (0, 46, 92 y 138 kg de fósforo por hectárea), encontró los siguientes resultados:

- Con la aplicación de 100 kg de N/ha, se produjo un aumento -

- estadísticamente significativo en el rendimiento, siendo el incremento de 1,114 kg de grano/ha, con relación al testigo.
- Encontró que con la aplicación de 46 kg de fósforo por hectárea, el incremento en el rendimiento fué estadísticamente significativo, con respecto al tratamiento testigo para fósforo.
 - Observó que al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementó la altura de la planta y también el tamaño de la panoja

Sánchez, Serna, H. M. en su estudio realizado en el Rancho "La Sandía" del municipio de Vallecillo, N. L., probó 4 niveles de nitrógeno por hectárea (0, 50, 100 y 150) y 4 niveles de fósforo (0, 40, 80 y 120 kg/ha). Sus conclusiones fueron las siguientes:

- No encontró diferencia significativa en los niveles de fertilización probados, para el rendimiento de grano.
- Observó que tanto el nitrógeno como el fósforo aplicados solos no incrementaron la producción de grano.
- Aunque no hubo diferencia significativa puede concluirse que combinando 50 kg/ha de nitrógeno con 40 kg/ha de fósforo pueden aumentarse los rendimientos de grano (21).

Camacho Galván, cita el trabajo realizado por Leal Barroso en Apodaca, N. L., en el cual probó diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada, no encontrando diferencia significativa en los resultados, pero se concluyó que la fórmula de 40-40-0 fué la que resultó mas apropiada (5).

En el trabajo de Rafael Ramos Acevedo, efectuado en el -
 Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L., localizado en
 terrenos de la ex-hacienda "El Canadá" municipio de Gral. Esco-
 bedo, N. L., se probaron 6 densidades de siembra 7, 9, 11, 13,
 15 y 17 kg de semilla por hectárea, encontró como densidad óp-
 tima la de 15 kg/ha de semilla. Encontró también que hubo dife-
 rencia significativa en cuanto a la altura de la planta en sus
 diferentes densidades. El rendimiento fué de 4,434.5 Kg/ha (17).

De la Garza Alemán, G., en su trabajo sobre la densidad -
 óptima de plantas de sorgo forrajero con relación al nivel de
 fertilidad, no encontró diferencia estadística significativa -
 ni en densidades ni en nitrógeno, pero pudo concluir que las -
 aplicaciones de nitrógeno no tuvieron efecto sobre el número -
 de plantas/ha, pero al aumentar la densidad de siembra, el nú-
 mero de plantas por hectárea aumentó considerablemente, refle-
 jándose esto en una disminución en la producción de forraje. --
 (9).

En la zona de Río Bravo, un agricultor lleva 2 ciclos con-
 secutivos sembrando en la misma forma. La cual consiste en sem-
 brar en surcos separados a 40 cm, un promedio de 27 plantas de
 sorgo por metro cuadrado (dando esto una densidad de población
 de 270,000 plantas/ha). Su rendimiento promedio fué de 4,100 -
 kg/ha en 1980 y de 4,800 kg/ha en 1981 (7).

Maciel y Moreno, citan varios experimentos llevados a ca-
 bo en Garden City Kansas E.U.A. (1952-1958) por Grimes y Mu-
 sick, se tuvieron resultados semejantes, los mejores rendimien-

tos de grano (7.1 ton/ha), se obtuvieron sembrando 277,000 plantas/ha en surcos separados de 18 a 35 cm, entre sí, en comparación con las 6.35 ton/ha producidas cuando la separación fué de 53 ó 71 cm (15).

Juárez, Lee y Villareal, realizaron un experimento en Cd. Delicias, Chihuahua, se estudiaron 5 distancias de surcos (30, 45, 60, 75 y 90 cm), 4 dosis de nitrógeno, la mejor combinación fué de 75 cm y 140 kg respectivamente.

En la interacción, distancia de plantas por dosis de nitrógeno, 5 cm y 140 kg/ha respectivamente, resultaron ser la combinación más sobresaliente.

De la interacción, distancia de surco por distancia de planta, 5 cm y 75 cm alcanzaron los máximos rendimientos.

Las mayores producciones se obtuvieron con 75 cm de distancia de surco, 140 kg/ha de nitrógeno y 5 cm de distancia de planta (13).

En un experimento realizado por Maciel y Moreno en la región de Tamaulipas, se estudiaron 4 calendarios de riego, sembrar al voleo y en surcos con una separación de 50 y 80 cm 200,000; 350,000 y 500,000 plantas por hectárea.

Según los resultados que se obtuvieron, concluyeron lo siguiente:

- No se tuvo ningún incremento significativo en los rendimientos unitarios de grano por efecto de sembrar 200,000; 350,000 ó 500,000 plantas de sorgo por hectárea.
- Si se siembran más de 200,000 plantas por hectárea de sorgo

el exceso sobre esta cantidad no contribuirá tener mayores -
rendimientos de grano, siendo que actúan como maleza, competi-
tiendo por luz, agua y nutrientes con las 200,000 plantas -
que sí rendirán grano (15).

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento fué llevado a cabo en terrenos del Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L., localizado en el municipio de Marín, N. L., cuyas coordenadas geográficas son 25°23' de latitud Norte y 100°03' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, la altura sobre el nivel del mar es de 367.3 metros.

Se utilizó el híbrido semitardío de cruza simple Asgrow Topaz, cuyo ciclo vegetativo es de 130 días aproximadamente, ya que en un estudio realizado en la región de Marín, N. L., por Salas Maldonado, en el que fueron evaluados 56 híbridos comerciales de sorgo para grano, 8 fueron los que se adaptaron mejor. Dentro de estos últimos el híbrido Asgrow Topaz reportó un rendimiento medio de 6,056.7 kg/ha.

Para la evaluación de los tratamientos en el campo se utilizó el diseño experimental bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones; a la parcela grande se le asignaron las densidades de población, las cuales fueron de 150,000; 190,000; 230,000 y 270,000 plantas por hectárea, y a la parcela chica o subparcela la dosis de nitrógeno, siendo de 0, 50, 100 y 150 kg de nitrógeno por hectárea.

El croquis del experimento, así como la distribución de los tratamientos y dimensiones de las parcelas aparecen en la figura No. 1, en la tabla 1, aparecen los tratamientos utilizados.

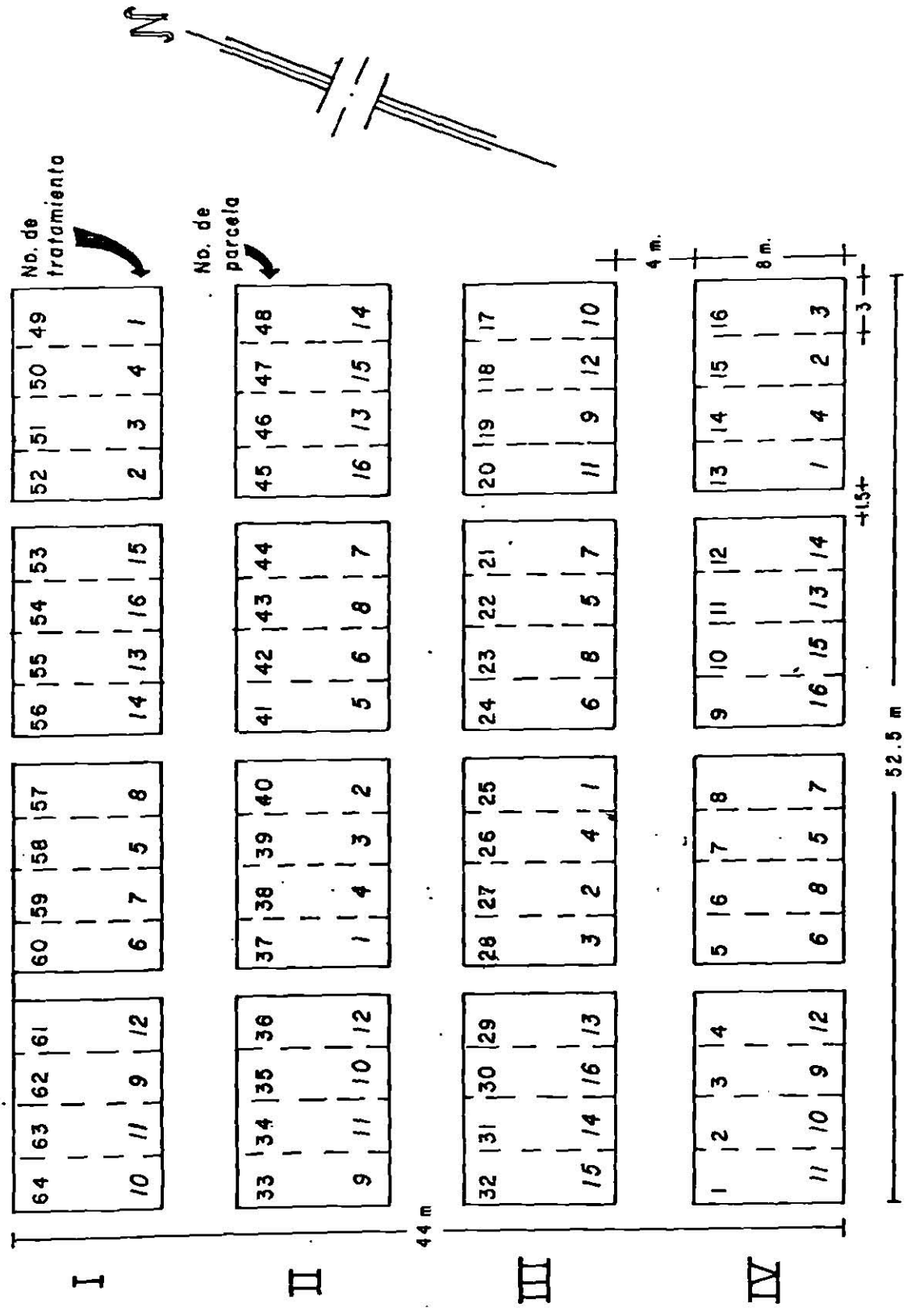


Figura 1. Representación esquemática, distribución de tratamientos y dimensiones de parcelas, del experimento sobre fertilización y densidad de población en el cultivo de sorgo para grano en Marín, N. L. Ciclo primavera-verano 1981.

TABLA No. 1.- Tratamientos utilizados en el experimento de sorgo para grano, ciclo primavera 1981. Marín N, L.

| TRATAMIENTO | DENS. DE POBLAC. (PLTS/HA) | N | DOSIS EN KG/HA | |
|-------------|-------------------------------|-----|-------------------------------|------------------|
| | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | 150,000 | 0 | 50 | 0 |
| 2 | 150,000 | 50 | 50 | 0 |
| 3 | 150,000 | 100 | 50 | 0 |
| 4 | 150,000 | 150 | 50 | 0 |
| 5 | 190,000 | 0 | 50 | 0 |
| 6 | 190,000 | 50 | 50 | 0 |
| 7 | 190,000 | 100 | 50 | 0 |
| 8 | 190,000 | 150 | 50 | 0 |
| 9 | 230,000 | 0 | 50 | 0 |
| 10 | 230,000 | 50 | 50 | 0 |
| 11 | 230,000 | 100 | 50 | 0 |
| 12 | 230,000 | 150 | 50 | 0 |
| 13 | 270,000 | 0 | 50 | 0 |
| 14 | 270,000 | 50 | 50 | 0 |
| 15 | 270,000 | 100 | 50 | 0 |
| 16 | 270,000 | 150 | 50 | 0 |

La siembra se realizó en surcos de 75 centímetros, siendo cada subparcela de 4 surcos con una longitud de 8 metros y la parcela grande de 4 subparcelas (16 surcos). Para la obtención de la parcela útil se utilizaron los 2 surcos centrales de cada subparcela, eliminando un metro de cada cabecera y cosechando solo 30 panojas de ambos surcos centrales, que estuvieron con competencia completa de acuerdo a las densidades.

La cosecha para la evaluación de los tratamientos se hizo en esta forma debido a que se presentaron fuertes ataques de mosca de la panoja así como de pájaros, por lo que se procedió a cosechar solo 30 panojas que no estuvieran afectadas y con competencia completa.

Entre cada repetición se dejaron 4 metros, en los cuales se trazaron, las regaderas. El área total del experimento fué de 2,310 metros cuadrados.

Los tratamientos probados se muestran en la tabla No. 1. Como fuentes nutricionales fueron utilizados; el nitrato de amonio (33.5% de N), y superfosfato de calcio simple (20% de P_2O_5).

Se hizo un muestreo de suelo a las profundidades de 0-30 y 30-60 cm respectivamente, para conocer las propiedades físicas y químicas del lugar donde se realizó el experimento, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L.

Las determinaciones de las propiedades físicas y químicas del suelo y subsuelo así como la metodología empleada, se mues

tran en la tabla No. 2.

TABLA No. 2.-Determinaciones y metodología empleada en el análisis físico-químico de suelo y subsuelo en el experimento de sorgo para grano. Ciclo primavera 1981. Marín, N. L.

| DETERMINACION | METODOLOGIA EMPLEADA |
|-------------------------|-------------------------|
| Color del suelo | Escala de Munsell |
| pH | Potenciómetro |
| Textura | Hidrómetro de Bouyoucos |
| Materia orgánica | Walkley y Black |
| Nitrógeno total | Kjeldahl |
| Fósforo aprovechable | Olsen |
| Potasio aprovechable | Peech y English |
| Sales solubles | Puente de Wheatstone |
| Capacidad de campo (cc) | Olla de presión |
| Punto de marchitez | |
| Permanente (pmp) | Membrana de presión |

Para medir las precipitaciones durante el transcurso del experimento, se instaló un pluviómetro en el área donde se llevó a cabo el experimento. Las precipitaciones registradas así como la temperatura media, se muestran en la tabla No. 3.

TABLA No. 3.- Precipitación (mm) registrada en el área del experimento de sorgo para grano, ciclo primavera 1981. Marín, N. L.

| M E S | PP (mm) | TEMPERATURA MEDIA |
|-------|---------|-------------------|
| Abril | 118.60 | 23.3°C |
| Mayo | 110.60 | 24.9°C |
| Junio | 76.50 | 27.6°C |

PP acumulada = 305.70 mm

Se aplicó un riego de presiembra los días 21, 23, 24 y 25 de marzo al experimento, siendo la lámina aplicada de 10 cm para dar el riego se utilizaron sifones de una y media pulgada.

El trabajo de campo se inició con la preparación del terreno dando el rastreo, barbecho, cruza, surcado, trazo de riego, bloques y regaderas. Luego se procedió a dar el riego presiembra.

La siembra y fertilización se llevó a cabo en la última semana de marzo de 1981, en forma manual. La siembra se realiza en el lomo del surco, aplicando después el fertilizante en el fondo del surco en banda y tapándolo posteriormente para evitar la volatilización. Se aplicó un medio del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra.

La germinación se presentó en los días 4, 6 y 7 de abril, observándose ésta un tanto desuniforme en el primer bloque, mientras que en el segundo, tercero y cuarto bloque fué unifor

me la germinación.

El día 9 de abril se hizo una aplicación del insecticida Folidol-50 (Parathión metílico) para el control del pulgón - Schizaphis graminum, aplicandose una dosis de 1.5 lts/ha en - 200 litros de agua.

El día 14 de abril se hizo una segunda aplicación de Parathión metílico para un control efectivo del pulgón.

Los días 25 y 27 de abril se realizó un deshierbe en forma manual al experimento.

El día 10 de mayo se observaron ligeros daños en algunas plantas, ocasionados por el granizo que se presentó, así como plantas acamadas. El daño estimado fué de un 5 a 8% aproximadamente.

El día 8 de mayo se realizó el aporque del cultivo con arado de tiro, debido a que se encontró dificultad para utilizar maquinaria.

Los días 19 y 20 de mayo se hizo una aplicación de Dipterep 2.5% granulado para el control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda, que se presentó, siendo el resultado efectivo.

El día 24 de mayo se efectuó la aplicación de la segunda mitad del fertilizante nitrogenado. Se aplicó en banda y en el fondo del surco, tapándolo posteriormente.

La floración se presentó entre el 30 de mayo y el 10 de junio, siendo ésta un tanto desuniforme.

A los 3 días de presentada la floración se observó un -

fuerte ataque de mosca de la panoja Cantarinia sorghicola, dándose 5 aplicaciones entre los días del 5 al 22 de junio, aplicando Diazinón al 25% a una dosis de 1.5 lts/ha para las 2 primeras aplicaciones y Sevín 80% a una dosis de 1.5 kg/ha en 300 lts de agua para las 3 aplicaciones posteriores. Aún con las 5 aplicaciones no se obtuvo un control efectivo de esta plaga, dañando considerablemente algunas panojas.

El día 29 de junio se hizo una colecta de hojas de 5 plantas con competencia completa por parcela útil, con la finalidad de determinar el contenido de nitrógeno y fósforo foliar - se hicieron en el laboratorio de suelos y bromatología de la F.A.U.A.N.L.

Del día 3 al 7 de julio se tomaron los datos de las variables a analizar, de solo 10 plantas por parcela útil, siendo éstas las siguientes:

- a) Altura final de la planta
- b) Altura de la hoja bandera
- c) Altura a la excerción de la panoja
- d) Diámetro de la parte media del tallo
- e) Longitud de panoja
- f) Longitud de excerción
- g) Area foliar
- h) Por ciento de nitrógeno foliar
- i) Por ciento de fósforo foliar
- j) Rendimiento de materia seca como forraje

Los datos de estas variables fueron analizados estadísticamente.

El 19 de agosto se efectuó la cosecha de las panojas, cosechándose únicamente 30 plantas con competencia completa que no estuvieran afectadas por parcela útil.

El día 20 de agosto se tomaron las muestras de forraje para determinar rendimiento de materia seca como forraje, para cada tratamiento.

El 23 de agosto, se realizó la trilla de las panojas, pesado del grano, así como la determinación del porcentaje de humedad del grano siendo el promedio de ésta de 7.29%.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente experimento. En la tabla No. 17 del apéndice aparecen los rendimientos de grano en kg/ha estos rendimientos obtenidos se analizaron estadísticamente, y los resultados se presentan en la tabla No. 4.

TABLA No. 4.- Análisis de varianza para rendimiento de grano de sorgo en kg/ha (12% humedad) de los diferentes tratamientos.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.t | |
|---------------|------|-------------|------------|---------|------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 69187979.2 | 23062660.0 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 54612661.7 | 18204220.0 | 1.96 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 83761226.6 | 9306802.9 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 3490839.6 | 1163613.2 | 1.31 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 5891326.2 | 654591.8 | 0.73 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 31880881.0 | 885580.2 | | | |
| Total | 63 | 249000000.0 | | | | |

C.V.E. (a) = 52.43%

C.V.E. (b) = 16.17%

N.S. = Diferencia no significativa.

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística significativa para ninguno de los dos factores en estudio.

De acuerdo a los resultados anteriores se puede observar

que no hubo respuesta a los niveles de fertilización ni a las densidades de población, atribuyendo la no respuesta a que la planta no aprovechó el nitrógeno que se aplicó al suelo. Las causas posibles a la no respuesta del nitrógeno pueden ser a - que se halla perdido en su mayoría por volatilización principalmente, dadas las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el experimento, pH alcalino y temperaturas altas.

Otra posible causa por la cual no se aprovechó el nitrógeno es debido a su pérdida por lixiviación, aunque esto puede ser menos probable, ya que el ión nitrato es fácilmente lixiviable, viendose favorecidas éstas condiciones por las constantes precipitaciones que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

La no respuesta a las densidades de población puede ser a que la cantidad de nitrógeno aprovechado por la planta no fué suficiente como para que se tuviera una diferencia en rendimiento por densidad de población.

Como en otros trabajos desarrollados anteriormente en esta región, se ha tenido poca o nula respuesta a la fertilización nitrogenada, se planteó el siguiente experimento para apreciar si la densidad de población influía en el aprovechamiento de nitrógeno por planta.

En los resultados obtenidos del muestreo del suelo realizado días antes de la siembra, mostrado en la tabla No. 5, se puede apreciar lo siguiente:

Según la clasificación agronómica el contenido de nitrógeno

TABLA No. 5 Propiedades físicas y químicas del suelo y subsuelo donde se desarrolló el experimento de sorgo para grano. Ciclo primavera 1981. Marín, N. L.

| DETERMINACION | SUELO (0-30) | | SUBSUELO (30-60) | |
|-------------------|--------------|---------------------------------|------------------|--------------------------------|
| | Valores | Clasif. Agr. | Valores | Clasif. Agr. |
| Color seco | 10YR-6/2 | Gris cafesa <u>o</u> claro. | 10YR-6/3 | Café pálido |
| Húmedo | 10YR-4/2 | Café grisá <u>o</u> obscuro | 10YR-4/3 | Café |
| Textura | | | | |
| Arena | 16% | Arcilloso | 20% | Arcilloso |
| Limo | 40% | | 36% | |
| Arcilla % | 44% | | 44% | |
| pH | 8.1 | Moderada <u>mente</u> alcalino. | 7.9 | Moderadamen <u>te</u> alcalino |
| Materia orgánica | 2.2% | Mediano | 0.7% | Pobre |
| Nitrógeno total | 0.11% | Medianamen <u>te</u> pobre. | 0.03% | Extremada <u>mente</u> pobre |
| Fósforo aprov.ppm | 4.8 kg/ha | Bajo | 4.5 kg/ha | Bajo |
| Potasio aprov. | 64 kg/ha | Extremada <u>mente</u> pobre | 54 kg/ha | Extremada <u>mente</u> pobre |
| Sales solubles | 1.9 | No salino | 2.0 | No salino |
| Totales mmhos/cm | | | | |
| CC (% humedad) | 28.2 | | 27.0 | |
| PMP (% humedad) | 17.2 | | 15.1 | |

no total en el suelo, es medianamente pobre y extremadamente - pobre para las profundidades de 0-30 y 30-60 cm respectivamente.

Su pH de 8.1 es moderadamente alcalino para las 2 profundidades.

El contenido de fósforo aprovechable es extremadamente pobre para las 2 profundidades. El contenido de materia orgánica (MO) es mediano y pobre para las profundidades de 0-30 y 30-60 respectivamente.

Para conocer la aprovechabilidad del nitrógeno que se aplicó por la planta, se realizó un análisis de varianza para % de contenido de nitrógeno en la hoja media de la planta. En la tabla No. 18 del apéndice aparecen los porcentajes de nitrógeno en la hoja media. Los resultados del análisis de varianza se muestran en la tabla No. 6.

TABLA N^o. 6.- Análisis de varianza para % de N en la hoja media, en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981, Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c | F.teórica | | |
|--------------|------|---------|----------|-------|-----------|-------|------|
| | | | | | .05 | .01 | |
| Bloque | 3 | 0.11832 | .3944000 | | | | |
| Densidad (D) | 3 | 0.71451 | .2381700 | 2.072 | NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 1.03445 | .1149389 | | | | |
| Nitrógeno(N) | 3 | 1.07777 | .3592567 | 2.781 | NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 1.13405 | .1260056 | 0.975 | NS | 2.152 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 4.65050 | .1291806 | | | | |
| Total | 63 | 8.7296 | | | | | |

C.V.E. (a) = 17.17 %

C.V.E. (b) = 18.20

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia significativa en los factores estudiados. A continuación, en la tabla No. 7, aparecen las medias de % de nitrógeno para cada tratamiento.

TABLA No. 7. - % de nitrógeno en la hoja media para dosis de nitrógeno y densidades de población.

| PLTS/HA | DOSIS DE N EN KG/HA | | | | X̄ |
|---------|---------------------|------|------|------|------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 150,000 | 1.02 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 1.01 |
| 190,000 | 1.01 | 1.03 | 1.04 | 1.00 | 1.02 |
| 230,000 | 1.07 | 1.02 | 1.07 | 1.01 | 1.04 |
| 270,000 | 1.02 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.99 |
| X̄ | 1.03 | 1.01 | 1.03 | 0.99 | |

Se realizó una correlación entre el % de nitrógeno en la hoja media y la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo, en la tabla No. 8, se muestran los coeficientes de correlación, los cuales son muy bajos por lo que, la asociación de las dos variables es muy pequeña.

Corroborando que el nitrógeno aplicado no fué aprovechado por la planta en forma efectiva, debido a las causas que se mencionaron anteriormente en la no respuesta a rendimiento de grano.

TABLA No. 8.- Coeficiente de correlación entre el contenido de nitrógeno en la hoja media y las dosis de nitrógeno estudiadas, para cada una de las densidades.

| PLANTAS POR HA. | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-----------------|----------------------------|
| 150,000 | r = 0.5379 NS |
| 190,000 | r = 0.4642 NS |
| 230,000 | r = -0.6760 NS |
| 270,000 | r = 0.2204 NS |

NS= Diferencia no significativa.

La variable contenido de fósforo en la hoja media fué-- analizada estadísticamente. La toma de muestras para análisis foliar se realizó a los 90 días de desarrollo de cultivo. Los porcentajes por tratamiento aparecen en la tabla No. 19, del apéndice, los resultados del análisis estadístico aparecen en la tabla No. 9.

TABLA No. 9.- Análisis de varianza para el contenido de fósforo en la hoja media a los 90 días en el experimento de sorgo para grano. Ciclo primavera. Marín, N.L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c | | F. teórica | |
|---------------|------|-------|-------|-------|----|------------|------|
| | | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 0.018 | 0.006 | | | | |
| Densidad (D) | 3 | 0.012 | 0.004 | 0.667 | NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 0.051 | 0.006 | | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 0.004 | 0.001 | 0.909 | NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 0.011 | 0.001 | 0.909 | NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 0.041 | 0.001 | | | | |
| Total | 63 | 0.136 | | | | | |

C.V.E. (a) = 38.73

C.V.E. (b) = 16.87

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística - significativa en los factores de estudio.

Otra de las variables analizadas estadísticamente fué - área foliar (cm^2), los datos obtenidos aparecen en la tabla - No. 20 del apéndice, los resultados del análisis se muestran - en la tabla No. 10.

TABLA No. 10.-Análisis de varianza para área foliar (cm²) en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981. Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|-------------|------------|----------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 123549.603 | 41183.201 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 1537456.433 | 512485.478 | 2.049 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 2251051.762 | 250116.862 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 210178.129 | 70059.376 | 2.134 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 629826.308 | 69980.701 | 2.132 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 1181861.600 | 32829.489 | | | |
| Total | 63 | 5933923.838 | | | | |

C.V.E. (a) = 31.00%

C.V.E. (b) = 11.23%

N.S. = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia significativa en los factores estudiados.

Para conocer el efecto de la densidad de población y fertilización sobre la altura final de la planta, se les midió la altura de 4 plantas por parcela útil con competencia completa.

Los datos medios por parcela útil aparecen en la tabla No. 21, del apéndice, estos datos se analizaron estadísticamente - los resultados se presentan en la tabla No. 11.

TABLA No. 11.- Análisis de varianza para altura final de la planta en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981, Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c | F.teórica | |
|---------------|------|-------|-------|----------|-----------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 0.008 | 0.003 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 0.024 | 0.008 | 2.667 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 0.023 | 0.003 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 0.013 | 0.004 | 2.25 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 0.011 | 0.001 | 0.562 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 0.064 | 0.001 | | | |
| Total | 63 | 0.143 | | | | |

C.V.E. (a) = 5.42%

C.V.E. (b) = 4.17%

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia en los factores de estudio.

Una de las características del híbrido utilizado era la de presentar una altura de plantas uniforme, y no habiendo respuesta a fertilización y densidades de población debido a que la planta no aprovechó bien el nitrógeno principalmente, no se presentaron diferencias en la altura final de la planta.

Para conocer el efecto de la densidad de población y fertilización sobre la altura a la hoja bandera, se procedió de la misma forma que para altura final, mostrando los datos por parcela útil en la tabla 22 del apéndice, siendo estos datos -

sometidos a un análisis estadístico y cuyos resultados se muestran en la tabla No. 12.

TABLA No. 12.- Análisis de varianza para altura a hoja bandera (cm) en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981, Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. <u>teórica</u> | |
|---------------|------|---------|--------|--------|-------------------|-----------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 13.062 | 4.354 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 61.552 | 20.521 | 0.953 | NS | 3.86 6.99 |
| Error (a) | 9 | 193.812 | 21.535 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 41.312 | 13.771 | 2.202 | NS | 2.86 4.38 |
| DXN | 9 | 32.062 | 3.562 | 0.5696 | NS | 2.15 2.94 |
| Error (b) | 36 | 225.125 | 6.253 | | | |
| Total | 63 | 566.937 | | | | |

C.V.E. (a) = 7.05%

C.V.E. (b) = 3.80%

NS = Diferencia no significativa.

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística - significativa en los factores de estudio.

Otra de las variables sometidas a análisis estadístico - fué altura a la excerción de la panoja (cm), los datos obtenidos por parcela útil aparecen en la tabla No. 23 del apéndice, los resultados del análisis se presentan en la tabla No. 13.

TABLA No. 13.- Análisis de varianza para altura a la excerción de la panoja (cm) en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981, Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|----------|--------|-------|------------|-----------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 008.12 | 2.708 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 196.625 | 65.542 | 3.154 | NS | 3.86 6.99 |
| Error (a) | 9 | 187.000 | 20.778 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 104.250 | 34.750 | 2.377 | NS | 2.86 4.38 |
| DXN | 9 | 111.375 | 12.375 | 0.846 | NS | 2.15 2.94 |
| Error (b) | 36 | 526.375 | 14.621 | | | |
| Total | 63 | 1133.750 | | | | |

C.V.E. (a) = 5.90%

C.V.E. (b) = 4.95%

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística en los factores de estudio.

La variable diámetro de la parte media del tallo (cm) fué analizada estadísticamente, los datos obtenidos por parcela útil aparecen en la tabla No. 24 del apéndice, los resultados del análisis se presentan en la tabla No. 14.

TABLA No. 14.- Análisis de varianza para diámetro de la parte media del tallo (cm) en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981. Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|-------|-------|----------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 0.197 | 0.066 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 0.499 | 0.166 | 3.458 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 0.436 | 0.048 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 0.077 | 0.026 | 2.578 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 0.110 | 0.012 | 1.190 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 0.363 | 0.010 | | | |
| Total | 63 | 1.682 | | | | |

C.V.E. (a) = 17.39%

C.V.E. (b) = 7.97%

NS = Diferencia no significativa.

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística - significativa en los factores de estudio.

También la variable longitud de panoja (cm) fué sometida a análisis estadístico, los datos obtenidos por parcela útil - aparecen en la tabla No. 25 del apéndice, los resultados del - análisis se presentan en la tabla No. 15.

TABLA No. 15.- Análisis de varianza para longitud de panoja -
(cm) en el experimento de sorgo para grano.
Primavera 1981. Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|----------|--------|----------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 164.490 | 56.497 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 231,765 | 77.255 | 1.724 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 403.215 | 44.801 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 113.957 | 37.986 | 1.053 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 278.006 | 30.890 | 0.856 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 1299.069 | 36.085 | | | |
| Total | 63 | 2495.501 | | | | |

C.V.E. (a) = 26.85%

C.V.E. (b) = 24.04%

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística - significativa en los factores de estudio.

La variable longitud de excerción de panoja (cm) fué analizada estadísticamente, los datos obtenidos por parcela útil aparecen en la tabla No. 26, del apéndice, los resultados del análisis se muestran en la tabla No. 16.

TABLA No. 16.- Análisis de varianza para longitud de excerción de panoja (cm) en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981. Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|---------|--------|---------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 6.253 | 2.084 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 52.773 | 17.591 | 2.54 NS | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 62.349 | 6.928 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 23.160 | 7.720 | 1.95 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 40.386 | 4.487 | 1.13 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 142.805 | 3.966 | | | |
| Total | 63 | 327.727 | | | | |

C.V.E. (a) = 22.61%

C.V.E. (b) = 17.11%

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que no hubo diferencia estadística - en los factores de estudio.

Con la finalidad de apreciar el efecto de dosis de nitrógeno y densidades de población con el rendimiento de forraje - como materia seca en ton/ha se analizó estadísticamente esta - variable. Los rendimientos en ton/ha de materia seca aparecen en la tabla No. 27, del apéndice. Los resultados del análisis estadístico se presentan en la tabla No. 17.

TABLA No. 17. - Análisis de varianza para rendimiento de forraje como materia seca en ton/ha en el experimento de sorgo para grano. Primavera 1981. Marín, N. L.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc. | F. teórica | |
|---------------|------|-------------|------------|----------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Bloque | 3 | 15.4595230 | 5.1531743 | | | |
| Densidad (D) | 3 | 84.1417200 | 28.0472400 | 42.999** | 3.86 | 6.99 |
| Error (a) | 9 | 5.8705135 | 0.6522793 | | | |
| Nitrógeno (N) | 3 | 2.6423894 | 0.8807965 | 0.933 NS | 2.86 | 4.38 |
| DXN | 9 | 10.4703490 | 1.1633721 | 1.232 NS | 2.15 | 2.94 |
| Error (b) | 36 | 33.9981050 | 0.9443918 | | | |
| Total | 63 | 152.5826000 | | | | |

C.V.E. (a) = 11.31%

C.V.E. (b) = 13.61%

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

El análisis muestra que las densidades de población aumentaron estadísticamente la materia seca, como forraje no siendo así en el caso de dosis de nitrógeno.

En la tabla No. 18 aparecen las medias de rendimiento en ton/ha de materia seca como forraje para cada tratamiento.

TABLA No. 18.-Rendimiento de forraje como materia seca en ton/ha para dosis de nitrógeno y densidades de población.

| PLTS/HA | DOSIS DE N EN KG/HA | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|----------|----------|----------|------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 270,000 | 8.53425 | 8,811000 | 8.646750 | 9.209450 | a 8.80036 |
| 230,000 | 7.531375 | 6.478325 | 8.224400 | 6.890425 | b 7.281130 |
| 190,000 | 7.33240 | 7.169325 | 6.428325 | 6.632600 | b 6.89066 |
| 150,000 | 6.051250 | 5.028750 | 5.931250 | 5.326250 | c 5.58437 |

TUKEY = 0.8924

Los rendimientos de forraje como materia seca obtenidos en el presente trabajo se pueden considerar buenos para este híbrido que es de porte bajo y de ciclo corto. La no respuesta a dosis de nitrógeno se debe a que la planta no aprovechó debidamente el nitrógeno, principalmente a las mismas causas que se mencionaron para la no respuesta a rendimiento de grano.

El que no se halla encontrado respuesta a los niveles de fertilización así como a densidades de población para las variables altura final de la planta, altura a hoja bandera, altura a excerción de panoja, diámetro de la parte media del tallo longitud de panoja, longitud de excerción de panoja, área foliar y contenido de fósforo en la hoja media, puede atribuirse a que la planta no aprovechó el nitrógeno aplicado al suelo, debido a las causas antes mencionadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

1. Los rendimientos de grano, % de nitrógeno en la hoja media, altura final de la planta, altura a hoja bandera, al tura a la excerción, diámetro de la parte media del tallo longitud de panoja, longitud de excerción, área foliar y el contenido de fósforo en la hoja media, se analizaron estadísticamente encontrandose que no hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, como respuesta a los dos factores bajo estudio.
2. El que no se halla tenido respuesta a niveles de nitrógeno y densidades de población, se debe a que el nitrógeno se pierde por volatilización, la cual es una característica de suelos alcalinos, aunado a esto las altas temperaturas que se presentaron durante la época de aplicación. La no respuesta a densidades de población es debido a que la cantidad de nitrógeno que aprovechó la planta no fué la necesaria para que se tuviera alguna diferencia por densidad de población.
3. El rendimiento de forraje como materia seca se analizó estadísticamente, encontrandose diferencia altamente significativa en densidades de población, no siendo así para -

niveles de nitrógeno, comparando las medias para densidades de población, se observó un claro incremento en el rendimiento de materia seca por ha al variar las densidades de población de 150,000 a 270,000 plts/ha.

4. Los máximos rendimientos de materia seca por ha se obtuvieron con la densidad de 270,000 plantas/ha, que corresponde a la densidad más alta, y a la dosis de nitrógeno de 150 kg/ha. También se pudo observar que al aumentar el número de plantas/ha, en forma gradual aumentó el rendimiento de materia seca como forraje.
5. Para poder dar una recomendación sobre la dosis de N a aplicar así como la densidad de población más adecuada, es necesario repetir el experimento, además se debe tomar en cuenta sembrar en la fecha adecuada para no tener problemas con el ataque de plagas al cultivo.

RESUMEN

El presente experimento se realizó con la finalidad de conocer la respuesta a la fertilización nitrogenada y la densidad de población adecuada en el cultivo de sorgo para grano, este trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental de la F. A. U. A. N. L., localizado en el municipio de Marín, N.L.

Se utilizó el híbrido de cruza simple Asgrow topaz. El diseño utilizado fué en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, a la parcela grande se le asignó la densidad de población (150,000, 190,000, 230,000, y 270,000 plts/ha), y a la parcela chica la dosis de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg/ha de N/ha).

Para la fertilización se utilizó nitrato de amonio al 33.5% de N como fuente de nitrógeno y superfosfato de calcio simple al 20.0% de P_2O_5 como fuente de fósforo. Se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra en el fondo del surco, el fósforo se mantuvo constante (50 kg de P_2O_5 /ha), la otra mitad del nitrógeno se aplicó después de haber realizado el aporque (24 de marzo) en la misma forma que la primera. La cosecha se realizó el día 29 de agosto con una humedad del grano de 7.29%.

Las variables que se analizaron estadísticamente fueron: rendimiento de grano, % de nitrógeno en la hoja media, altura final de la planta, altura a hoja bandera, altura a la excer-

ción, diámetro de la parte media del tallo, longitud de panoja longitud de excerción, área foliar y contenido de fósforo en la hoja media y rendimiento de forraje como materia seca.

En los rendimientos de grano, altura final de la planta - altura a hoja bandera, altura a la excerción, diámetro de la parte media del tallo, longitud panoja, longitud de excerción área foliar y contenido de fósforo en la hoja media, no hubo respuesta a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de población, ya que el nitrógeno pudo haberse volatilizado debido al pH alcalino del suelo viendose favorecido - éste fenómeno por las altas temperaturas que se presentaron.

El rendimiento de forraje como materia seca manifestó respuesta positiva, solo para densidades de población, no siendo así para niveles de nitrógeno, la respuesta a densidad de población correspondió a las de 270,000 plts/ha.

Al hacer la comparación de medias para rendimiento de forraje como materia seca se observó que al aumentar la densidad de población en forma gradual aumentó el rendimiento de materia seca como forraje, donde el mejor tratamiento fué el de 270,000 plts/ha con 150 kg de nitrógeno/ha, dando un rendimiento de 9,209 ton/ha a un nivel de significancia de 0.05%.

A P E N D I C E

TABLA No. 19.- Rendimiento de grano de sorgo en kg/ha ajustado a un 12% de humedad.

| PLTS/HA | DOSIS DE N EN KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 6,796.3 | 5,695.0 | 3,581.8 | 3,968.2 | 5010.32 |
| 150,000 | 50 | 6,862.4 | 4,177.3 | 4,254.0 | 4,646.4 | 4985.03 |
| 150,000 | 100 | 4,761.0 | 4,233.4 | 5,132.2 | 4,279.1 | 4598.92 |
| 150,000 | 150 | 6,737.5 | 2,762.3 | 4,459.7 | 3,411.8 | 4342.82 |
| 190,000 | 0 | 7,234.0 | 6,970.1 | 4,840.3 | 4,145.9 | 5797.58 |
| 190,000 | 50 | 7,551.3 | 8,284.2 | 6,109.3 | 4,391.0 | 6583.95 |
| 190,000 | 100 | 5,577.3 | 6,223.3 | 7,236.1 | 4,310.3 | 5836.75 |
| 190,000 | 150 | 8,096.4 | 7,038.4 | 4,881.0 | 4,319.0 | 6083.80 |
| 230,000 | 0 | 6,103.6 | 9,586.0 | 2,524.9 | 2,578.4 | 5198.22 |
| 230,000 | 50 | 7,352.3 | 8,614.4 | 3,585.6 | 3,114.2 | 5666.63 |
| 230,000 | 100 | 6,017.3 | 6,529.5 | 2,903.6 | 3,177.6 | 4657.00 |
| 230,000 | 150 | 5,887.0 | 8,469.2 | 4,372.8 | 3,594.0 | 5580.75 |
| 270,000 | 0 | 9,120.9 | 5,317.7 | 8,466.8 | 6,315.9 | 7305.32 |
| 270,000 | 50 | 8,360.1 | 4,899.7 | 8,843.5 | 5,298.2 | 6850.38 |
| 270,000 | 100 | 10,158.1 | 5,010.7 | 6,606.1 | 4,806.8 | 6645.43 |
| 270,000 | 150 | 9,651.0 | 5,023.6 | 8,584.8 | 8,552.7 | 7953.03 |

TABLA No. 20.- % de nitrógeno en la hoja media

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 1.36 | 1.89 | 1.88 | 2.79 | 1.98 |
| 150,000 | 50 | 2.34 | 1.67 | 2.59 | 1.85 | 2.11 |
| 150,000 | 100 | 2.52 | 1.83 | 2.00 | 2.00 | 2.09 |
| 150,000 | 150 | 1.65 | 1.68 | 2.10 | 1.65 | 1.77 |
| 190,000 | 0 | 2.00 | 1.62 | 1.62 | 1.68 | 1.73 |
| 190,000 | 50 | 1.88 | 1.86 | 1.68 | 1.83 | 1.81 |
| 190,000 | 100 | 2.59 | 1.81 | 2.21 | 1.67 | 2.07 |
| 190,000 | 150 | 2.10 | 1.71 | 1.60 | 1.89 | 1.82 |
| 230,000 | 0 | 2.00 | 2.00 | 2.38 | 2.39 | 2.19 |
| 230,000 | 50 | 2.44 | 2.79 | 2.00 | 2.80 | 2.50 |
| 230,000 | 100 | 2.38 | 1.85 | 2.44 | 1.76 | 1.97 |
| 230,000 | 150 | 1.88 | 1.65 | 1.88 | 1.60 | 1.89 |
| 270,000 | 0 | 1.60 | 1.60 | 1.65 | 1.71 | 1.64 |
| 270,000 | 50 | 2.21 | 1.76 | 2.52 | 1.86 | 2.09 |
| 270,000 | 100 | 1.68 | 2.80 | 2.34 | 1.81 | 2.16 |
| 270,000 | 150 | 1.62 | 2.39 | 1.36 | 1.62 | 1.76 |

TABLA No. 21.- Porcentaje de fósforo en la hoja media

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 0.20 | 0.18 | 0.28 | 0.24 | 0.23 |
| 150,000 | 50 | 0.16 | 0.22 | 0.27 | 0.14 | 0.20 |
| 150,000 | 100 | 0.17 | 0.20 | 0.22 | 0.09 | 0.17 |
| 150,000 | 150 | 0.15 | 0.18 | 0.26 | 0.24 | 0.21 |
| 190,000 | 0 | 0.25 | 0.22 | 0.19 | 0.19 | 0.21 |
| 190,000 | 50 | 0.20 | 0.24 | 0.15 | 0.16 | 0.19 |
| 190,000 | 100 | 0.31 | 0.25 | 0.16 | 0.17 | 0.22 |
| 190,000 | 150 | 0.22 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.19 |
| 230,000 | 0 | 0.19 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.22 |
| 230,000 | 50 | 0.23 | 0.18 | 0.22 | 0.25 | 0.22 |
| 230,000 | 100 | 0.22 | 0.18 | 0.26 | 0.23 | 0.22 |
| 230,000 | 150 | 0.20 | 0.17 | 0.21 | 0.19 | 0.19 |
| 270,000 | 0 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.06 | 0.17 |
| 270,000 | 50 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.18 | 0.19 |
| 270,000 | 100 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.12 | 0.18 |
| 270,000 | 150 | 0.19 | 0.22 | 0.18 | 0.05 | 0.16 |

TABLA No. 22.- Area foliar (cm²)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 1310.044 | 1764.394 | 1658.169 | 2046.188 | 1694.70 |
| 150,000 | 50 | 1657.575 | 2490.281 | 1683.300 | 2198.400 | 2008.14 |
| 150,000 | 100 | 1852.181 | 1998.069 | 1614.281 | 2183.344 | 1911.97 |
| 150,000 | 150 | 1573.650 | 1886.512 | 1738.237 | 2051.006 | 1812.10 |
| 190,000 | 0 | 1329.094 | 2018.419 | 1653.300 | 1629.244 | 1657.51 |
| 190,000 | 50 | 1332.750 | 1607.212 | 1860.225 | 1533.712 | 1583.47 |
| 190,000 | 100 | 1722.431 | 1671.788 | 1820.044 | 1600.219 | 1703.62 |
| 190,000 | 150 | 1535.250 | 1386.019 | 1883.081 | 1631.831 | 1609.05 |
| 230,000 | 0 | 1809.881 | 1259.006 | 1314.844 | 1126.500 | 1377.56 |
| 230,000 | 50 | 2112.319 | 1785.675 | 1430.475 | 1326.863 | 1663.83 |
| 230,000 | 100 | 1679.700 | 1784.831 | 1393.819 | 1303.556 | 1540.48 |
| 230,000 | 150 | 1638.656 | 1418.400 | 1208.250 | 1121.550 | 1346.71 |
| 270,000 | 0 | 1310.044 | 1257.863 | 1437.169 | 1579.519 | 1343.03 |
| 270,000 | 50 | 1183.275 | 1035.112 | 1596.750 | 1651.706 | 1366.71 |
| 270,000 | 100 | 953.606 | 1561.425 | 1651.313 | 1787.419 | 1488.44 |
| 270,000 | 150 | 1870.688 | 1387.500 | 1885.238 | 1671.056 | 1703.62 |

TABLA No. 23.- Altura final de la planta (m)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 1.05 | 1.09 | 1.2 | 0.91 | 1.02 |
| 150,000 | 50 | 1.01 | 0.96 | 1.01 | 1.03 | 1.00 |
| 150,000 | 100 | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 0.99 | 1.01 |
| 150,000 | 150 | 0.99 | 1.03 | 0.98 | 0.99 | 1.00 |
| 190,000 | 0 | 0.94 | 1.09 | 0.99 | 1.01 | 1.01 |
| 190,000 | 50 | 0.94 | 1.09 | 0.99 | 1.01 | 1.01 |
| 190,000 | 100 | 0.98 | 1.09 | 1.10 | 0.99 | 1.04 |
| 190,000 | 150 | 0.99 | 1.04 | 1.00 | 0.98 | 1.00 |
| 230,000 | 0 | 1.02 | 1.14 | 1.09 | 1.04 | 1.07 |
| 230,000 | 50 | 1.01 | 1.07 | 1.04 | 0.95 | 1.02 |
| 230,000 | 100 | 1.08 | 1.08 | 1.10 | 1.01 | 1.07 |
| 230,000 | 150 | 0.99 | 0.98 | 1.03 | 1.04 | 1.01 |
| 270,000 | 0 | 0.98 | 0.99 | 1.05 | 1.04 | 1.02 |
| 270,000 | 50 | 1.01 | 0.99 | 0.96 | 1.02 | 1.00 |
| 270,000 | 100 | 0.95 | 0.99 | 0.97 | 1.03 | 0.98 |
| 270,000 | 150 | 0.93 | 0.92 | 0.97 | 1.02 | 0.96 |

TABLA No. 24.- Altura a hoja bandera (cm)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 0.66 | 0.70 | 0.66 | 0.67 | 67.25 |
| 150,000 | 50 | 0.68 | 0.65 | 0.66 | 0.63 | 65.50 |
| 150,000 | 100 | 0.68 | 0.64 | 0.66 | 0.67 | 66.25 |
| 150,000 | 150 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.62 | 64.25 |
| 190,000 | 0 | 0.59 | 0.71 | 0.64 | 0.68 | 63.50 |
| 190,000 | 50 | 0.69 | 0.63 | 0.65 | 0.67 | 66.00 |
| 190,000 | 100 | 0.68 | 0.71 | 0.61 | 0.64 | 66.00 |
| 190,000 | 150 | 0.62 | 0.66 | 0.65 | 0.66 | 64.75 |
| 230,000 | 0 | 0.69 | 0.74 | 0.69 | 0.64 | 69.00 |
| 230,000 | 50 | 0.67 | 0.68 | 0.67 | 0.61 | 65.70 |
| 230,000 | 100 | 0.72 | 0.70 | 0.70 | 0.64 | 69.00 |
| 230,000 | 150 | 0.65 | 0.67 | 0.66 | 0.63 | 65.25 |
| 270,000 | 0 | 0.63 | 0.63 | 0.66 | 0.66 | 64.50 |
| 270,000 | 50 | 0.64 | 0.64 | 0.62 | 0.68 | 64.50 |
| 270,000 | 100 | 0.65 | 0.63 | 0.64 | 0.67 | 64.75 |
| 270,000 | 150 | 0.67 | 0.58 | 0.64 | 0.68 | 64.25 |

TABLA No. 25.- Altura a excerción de panoja (cm)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 0.81 | 0.82 | 0.76 | 0.75 | 78.50 |
| 150,000 | 50 | 0.78 | 0.71 | 0.76 | 0.76 | 75.25 |
| 150,000 | 100 | 0.78 | 0.77 | 0.78 | 0.74 | 76.50 |
| 150,000 | 150 | 0.76 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 74.50 |
| 190,000 | 0 | 0.70 | 0.83 | 0.73 | 0.79 | 76.25 |
| 190,000 | 50 | 0.84 | 0.70 | 0.77 | 0.75 | 76.50 |
| 190,000 | 100 | 0.76 | 0.83 | 0.74 | 0.78 | 77.75 |
| 190,000 | 150 | 0.75 | 0.80 | 0.77 | 0.75 | 76.75 |
| 230,000 | 0 | 0.79 | 0.90 | 0.84 | 0.82 | 83.75 |
| 230,000 | 50 | 0.75 | 0.81 | 0.81 | 0.70 | 76.75 |
| 230,000 | 100 | 0.85 | 0.82 | 0.86 | 0.78 | 82.75 |
| 230,000 | 150 | 0.73 | 0.76 | 0.79 | 0.81 | 77.25 |
| 270,000 | 0 | 0.77 | 0.74 | 0.80 | 0.73 | 76.00 |
| 270,000 | 50 | 0.78 | 0.75 | 0.72 | 0.81 | 76.50 |
| 270,000 | 100 | 0.75 | 0.74 | 0.76 | 0.78 | 75.75 |
| 270,000 | 150 | 0.74 | 0.69 | 0.73 | 0.80 | 74.00 |

TABLA No. 26.- Diámetro de la parte media del tallo (cm)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 1.11 | 1.73 | 1.52 | 1.40 | 1.44 |
| 150,000 | 50 | 1.13 | 1.33 | 1.34 | 1.38 | 1.30 |
| 150,000 | 100 | 1.28 | 1.55 | 1.37 | 1.59 | 1.45 |
| 150,000 | 150 | 1.33 | 1.66 | 1.39 | 1.38 | 1.44 |
| 190,000 | 0 | 1.10 | 1.26 | 1.31 | 1.06 | 1.18 |
| 190,000 | 50 | 1.16 | 1.17 | 1.38 | 1.01 | 1.18 |
| 190,000 | 100 | 1.30 | 1.56 | 1.36 | 0.97 | 1.30 |
| 190,000 | 150 | 1.27 | 1.42 | 1.37 | 1.30 | 1.34 |
| 230,000 | 0 | 1.22 | 1.35 | 1.15 | 0.99 | 1.18 |
| 230,000 | 50 | 1.41 | 1.50 | 1.17 | 0.96 | 1.26 |
| 230,000 | 100 | 1.23 | 1.25 | 1.17 | 1.10 | 1.19 |
| 230,000 | 150 | 1.30 | 1.25 | 1.21 | 1.31 | 1.27 |
| 270,000 | 0 | 1.18 | 1.12 | 1.16 | 1.34 | 1.20 |
| 270,000 | 50 | 1.11 | 1.10 | 1.18 | 1.10 | 1.12 |
| 270,000 | 100 | 1.09 | 1.14 | 1.13 | 1.26 | 1.16 |
| 270,000 | 150 | 1.20 | 1.14 | 1.23 | 1.20 | 1.19 |

TABLA No. 27.- Longitud de panoja (cm)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 23.6 | 26.9 | 26.0 | 25.3 | 24.45 |
| 150,000 | 50 | 23.4 | 24.5 | 26.1 | 27.1 | 25.28 |
| 150,000 | 100 | 22.7 | 24.6 | 24.3 | 24.6 | 36.55 |
| 150,000 | 150 | 22.0 | 27.8 | 23.8 | 26.6 | 25.05 |
| 190,000 | 0 | 23.8 | 24.4 | 24.8 | 24.3 | 24.32 |
| 190,000 | 50 | 25.7 | 24.5 | 24.4 | 24.4 | 24.75 |
| 190,000 | 100 | 23.8 | 25.5 | 25.0 | 23.0 | 24.32 |
| 190,000 | 150 | 29.9 | 23.8 | 23.3 | 23.3 | 25.08 |
| 230,000 | 0 | 24.1 | 23.7 | 25.0 | 21.0 | 23.45 |
| 230,000 | 50 | 26.9 | 25.7 | 23.0 | 22.9 | 24.63 |
| 230,000 | 100 | 22.1 | 26.4 | 24.5 | 23.7 | 24.18 |
| 230,000 | 150 | 25.2 | 21.9 | 23.5 | 24.3 | 23.75 |
| 270,000 | 0 | 21.3 | 23.3 | 23.5 | 23.9 | 23.00 |
| 270,000 | 50 | 21.3 | 24.6 | 23.6 | 21.1 | 22.65 |
| 270,000 | 100 | 21.8 | 25.1 | 23.8 | 24.9 | 23.90 |
| 270,000 | 150 | 22.1 | 23.0 | 23.9 | 21.4 | 22.60 |

TABLA No. 28.- Longitud de excerción de panoja (cm)

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 24.9 | 12.5 | 10.5 | 8.8 | 11.67 |
| 150,000 | 50 | 9.5 | 6.0 | 9.7 | 12.2 | 9.35 |
| 150,000 | 100 | 10.0 | 13.0 | 10.7 | 7.0 | 10.17 |
| 150,000 | 150 | 11.1 | 8.2 | 9.4 | 10.5 | 9.80 |
| 190,000 | 0 | 12.0 | 11.9 | 10.5 | 11.1 | 11.37 |
| 190,000 | 50 | 15.8 | 11.9 | 12.6 | 11.2 | 12.87 |
| 190,000 | 100 | 7.6 | 12.1 | 13.1 | 10.1 | 10.73 |
| 190,000 | 150 | 12.5 | 14.0 | 14.2 | 15.1 | 12.48 |
| 230,000 | 0 | 10.1 | 15.8 | 14.7 | 16.7 | 14.32 |
| 230,000 | 50 | 8.7 | 12.5 | 14.0 | 11.8 | 11.75 |
| 230,000 | 100 | 13.5 | 11.8 | 14.8 | 13.1 | 13.30 |
| 230,000 | 150 | 8.8 | 9.1 | 14.1 | 15.1 | 11.78 |
| 270,000 | 0 | 13.6 | 11.2 | 13.8 | 14.0 | 13.15 |
| 270,000 | 50 | 13.6 | 11.2 | 10.7 | 13.2 | 12.18 |
| 270,000 | 100 | 10.4 | 11.1 | 12.1 | 11.0 | 11.15 |
| 270,000 | 150 | 8.3 | 11.1 | 8.9 | 12.1 | 10.10 |

TABLA No. 29.- Rendimiento de forraje como materia seca en toneladas por hectárea.

| PLTS/HA | DOSIS DE N KG/HA | R E P E T I C I O N E S | | | | \bar{X} |
|---------|---------------------|-------------------------|---------|--------|--------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| 150,000 | 0 | 5.7750 | 7.0750 | 4.8100 | 6.5450 | 6,05125 |
| 150,000 | 50 | 4.9300 | 6.0300 | 4.1900 | 4.9650 | 5.023875 |
| 150,000 | 100 | 5.9600 | 5.7550 | 6.8600 | 5.1500 | 5.93125 |
| 150,000 | 150 | 4.7550 | 6.0600 | 5.2050 | 5.2850 | 5.32625 |
| 190,000 | 0 | 6.5613 | 9.0503 | 8.5247 | 5.1983 | 7.3324 |
| 190,000 | 50 | 8.303 | 7.3023 | 7.3973 | 5.6747 | 7.16932 |
| 190,000 | 100 | 6.0483 | 8.379 | 5.225 | 6.061 | 6.42832 |
| 190,000 | 150 | 7.3277 | 7.3847 | 5.738 | 6.080 | 6.6326 |
| 230,000 | 0 | 8.1037 | 8.786 | 7.5287 | 6.7071 | 7.53137 |
| 230,000 | 50 | 5.3513 | 6.693 | 7.5517 | 6.3173 | 6.47832 |
| 230,000 | 100 | 6.8463 | 10.0433 | 8.6863 | 6.2867 | 8.2244 |
| 230,000 | 150 | 6.8463 | 6.1257 | 7.452 | 7.1377 | 6.89042 |
| 270,000 | 0 | 9.297 | 8.658 | 7.560 | 8.6220 | 8.53425 |
| 270,000 | 50 | 8.208 | 10.620 | 8.721 | 7.695 | 8.81100 |
| 270,000 | 100 | 8.712 | 9.3960 | 7.452 | 9.027 | 9.20945 |

TABLA No. 30.- Principales plagas y enfermedades del sorgo y algunos productos químicos para su control*

| PLAGAS | CONTROL |
|--|---|
| Mosca de la panoja (<u>Contarinia sorghicola</u>) | Diprex, polvo soluble 80%-800 - gr/ha. Sevin de 2 a 2.5 lts/ha. Endrin 1-1.5 lts/ha. Diazinon 1.5 - 2 lts/ha. |
| Gusano cogollero (<u>Spodoptera frugiperda</u>) | Telodrín granulado al 1.5% de 5 a 10 kg/ha. |
| Gusanos trozadores (<u>Agrotis sp.</u>) (<u>Pirodroma saucea</u>) (<u>Feltia subterranea</u>) | Dieldrin 300-400 gr/ha. Endrin 200-300 gr/ha Toxafeno 1800 gr/ha |
| Gusano bellotero (<u>Helicoverpa zea</u>) | 3-4 lts/ha de D.D.T. más 1/2 - lto/ha de Parathión metílico al 50%. |
| Gusanos barrenadores (<u>Chilo spp.</u>) (<u>Zediatrea grandiossella</u>) | Telodrín 5-10 kg/ha granulado. Sevín granulado 10 kg/ha |
| ENFERMEDADES | |
| Enfermedades de las semillas y plántulas. (<u>Phthium y Fusarium</u> <u>moniliforme</u>). | Usando semilla seleccionada y - tratada y siguiendo prácticas - culturales. |

Continúa tabla No. 30.-

| | |
|---|---|
| Enfermedades del tallo. <u>Macrophomina phaseoli</u> | Variedades o híbridos resistentes |
| Enfermedades de las hojas causadas por bacterias y por hongos como: <u>Colletotrichum,</u> <u>Helminthosporium; Puccinia.</u> | Rotación de cultivos. Uso de variedades resistentes. |
| Enfermedades de las panículas. <u>Sphacelotera sorghi;</u> <u>S. cruenta; S. neiliana.</u> | Variedades e híbridos resistentes. Rotación de cultivos. |

* FUENTE: Producción de granos y forrajes, Raul Robles Sánchez 1979.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDRE, G. M. 1981. Abonos 7a edición. Mundi-Prensa, Madrid, p. 173.
2. ANONIMO. 1970. Los nutrientes que el sorgo necesita. Agricultura de las Américas. 4: p. 11-12
3. BEAR, F. E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Omega, Barcelona. p. 82-218.
4. BLACK, C. A. 1975. Relaciones suelo-planta. Tomo II. Hemisferio Sur. Argentina. p. 522-538.
5. CAMACHO, G. J. 1974. Fertilización en el cultivo de sorgo - para grano. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo, León. Tesis.
6. CARBALLO, C. A. 1981. Producción de semillas híbridas ecológicas de sorgo. Chapingo. 31-32;p25-26.
7. CESAR, V. 1982. Sorgo a diferentes distancias el surco. 1:p 2-3.
8. COMISION NACIONAL DEL MAIZ. 1954. Catálogos de sorgos. Chapingo. 47:p114.
9. DE LA GARZA, A. G. 1971. Densidad óptima de plantas de sorgo forrajero con relación al nivel de fertilización. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo, León. Tesis.
10. FIRMAN, E. B. 1958. Suelos y fertilizantes. Omega Barcelona. p. 32.
11. HUERTA, N. R. y NUÑEZ, E. R. 1969. Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis - de nitrógeno, sobre el rendimiento y otras características de los híbridos de maíz H-125 y H-129, en Chapingo, México. IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. 1.p34-36.
12. INIA, CIANO. 1964. El cultivo del sorgo en zonas áridas. Agricultura de las Américas. 12:22,p60-62.
13. INIA. 1977. Determinación de la fertilización óptima económica en el cultivo de sorgo para grano, bajo diferentes distancias entre surcos y de plantas. Edit. Mario Andujo Ciane. p. 4-48.

14. LOPEZ, R. J. y LOPEZ, M. J. 1978. El diagnóstico de suelo y plantas. 3a. edición. Mundi-Prensa. Madrid. p. - 29, 33, 34, 248.
15. MACIEL, R. R. y MORENO, R. A. 1971. Efectos de diferentes métodos de siembra, población de plantas por ha, y calendarios de riego en los rendimientos de grano de sorgo en el Noreste de Tamaulipas. V Congreso Nacional de la Ciencia de Suelo. Vol. 3: p. 256-261.
16. PAPADAKIS, A. J. 1974. Los fertilizantes. Editorial Alboatros. Buenos Aires. p. 71.
17. RAMOS, A. R. 1970. Efecto de 6 densidades de siembra sobre el rendimiento del híbrido AMAK-R-12 de sorgo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis.
18. ROBLES, S. R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2a. edición. Editorial LIMUSA, México. pp. 142-166.
19. RUSSELL, E. J. y RUSSELL, E. W. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 2a. edición Aguilar. Madrid. p. 29-48, 78.
20. SAG, INIA, CIAS. 1975. Aspectos generales sobre formas y épocas de aplicación. p. 2.
21. SANCHEZ, S. H. M. 1974. Diferentes niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en el cultivo de sorgo para grano. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo, León. Tesis.
22. SARH, 1977. Recomendaciones técnicas de cultivos y frutales Otoño-Invierno 77-78, y Primavera 78-79 p. 9.
23. TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. 1970. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Edición Montamer y Simón. Barcelona. p. 20.
24. THAMHANE, R. V. et al. 1978. Suelos; su química y fertilidad en zonas tropicales. Edit. Diana. México. p. 297.
25. TEUSCHER y ADLER. 1965. El suelo y su fertilidad. C.E.C.S. A. México. p. 406.
26. THOMPSON, L. M. 1966. El suelo y su fertilidad. 3a. edición. Reverte. Barcelona. p. 190.

27. WALL, S. J. y ROSS, M. W. 1975. Producción y usos del sorgo. Editorial Hemisferio 500. Buenos Aires. p. 13-110.

