

EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR COMPLEMENTARIA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE GRANO EN SORGO (*Sorghum vulgare pers*)
VARIEDAD DEKALB E-56-

Por

GUILLERMO BENDAÑA GARCIA

T E S I S

Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador, como requisito parcial
para obtener el Grado de:

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

1968

EFFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR COMPLEMENTARIA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE GRANO EN SORGO (*Sorghum vulgare pers*)
VARIEDAD DEKALB E-56-A

Por

GUILLERMO BENDAÑA GARCIA

T E S I S

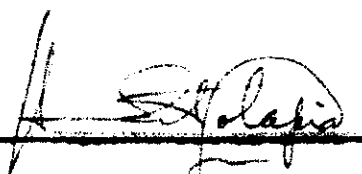
Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador, como requisito parcial
para obtener el Grado de:

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

1968

Aprobada:



Fecha :

9 JUN 1969

III

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

GUILLERMO BENDAÑA S.

ZENEIDA GARCIA DE BENDAÑA

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

A G R A D E C I M I E N T O

EL AUTOR DESEA EXPRESAR SU AGRADECIMIENTO
A SU ASESOR INGENIERO HUMBERTO TAPIA B.
POR HABER COLABORADO EN EL DESARROLLO DE
ESTA TESIS.

ASIMISMO AL DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA DE
LA ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA "LA
CALERA" POR BRINDAR LAS FACILIDADES PARA
REALIZAR EL TRABAJO.

C O N T E N I D O

| | Página |
|--|--------|
| INDICE DE CUADROS..... | VI |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 3 |
| LITERATURA REVISADA..... | 4 |
| FERTILIZACION EN SORGO..... | 4 |
| LA FERTILIZACION FOLIAR..... | 10 |
| EXPERIMENTOS CON FERTILIZANTES FOLIARES..... | 17 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 21 |
| MATERIALES..... | 21 |
| METODOS..... | 22 |
| RESULTADOS EXPERIMENTALES..... | 24 |
| DISCUSION..... | 25 |
| CONCLUSIONES..... | 30 |
| RESUMEN..... | 31 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 32 |
| APENDICE..... | 37 |

VI

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | PAG. |
|---|------|
| 1 - Rendimientos Promedios de Grano y Materia Verde obtenidos en un ensayo de fertilización foliar-complementaria en Sorgo de Grano. | 28 |
| 2 - Precipitación Pluvial Promedio durante el periodo de duración del experimento, en la Zona de "La Calera" (en m.m.) | 29 |
| 3 - Precipitación Pluvial promedio mensual de 6 años anteriores, en los mismos meses en que se hizo el experimento, en la zona de "La Calera" (en m.m.) | 29 |

INTRODUCCION

Una de las técnicas recientemente incorporadas a la agricultura moderna, aunque su uso data desde el siglo pasado, es la fertilización foliar, la cual se utiliza como un complemento a la fertilización del suelo.

La nutrición o fertilización foliar constituye uno de los más importantes avances en la producción agrícola. Consiste en la aplicación de sustancias nutritivas al follaje, las cuales después - de penetrar, con incorporadas al proceso metabólico, pudiendo - ser aprovechadas por las plantas.

La utilización de los fertilizantes foliares es posible gracias - a la capacidad natural de las plantas para absorber nutrientes a través de las hojas.

Para que un nuevo producto sea usado comercialmente, es necesario que con anterioridad se proceda a la investigación que demuestre los beneficios económicos que se derivan de su uso.

Con el auge que han tenido en los últimos años los fertilizantes foliares y en busca de nuevas técnicas e ideas para mejorar la - producción, se han planeado en Nicaragua y están en su fase inicial varios experimentos con diferentes cultivos, en que se usa - la fertilización foliar como complemento de la fertilización al - suelo.

Este trabajo se ha planeado con el fin de obtener información del efecto de cuatro diferentes fórmulas de fertilizante aplicado al suelo, complementadas con diferente número de aplicaciones de un fertilizante foliar sobre el rendimiento y otros caracteres en - sorgo híbrido para grano, sembrado en las condiciones de suelo y clima de "La Calera".

Se ha escogido el sorgo de grano para este experimento, debido - al uso que se le da en las granjas avícolas y explotaciones porcinas y por ser un cultivo que encaja perfectamente en los planes de diversificación agrícola de la nación.

O B J E T I V O S

El presente trabajo fué realizado con los siguientes objetivos:

- 1 - Determinar la influencia de la fertilización foliar usada como complemento del fertilizante edáfico, en un sorgo de grano y que además permita obtener la mayor producción.

- 2 - Determinar cuantas aplicaciones de fertilizante foliar son necesarias para obtener la mayor producción que resulte más económica.

LITERATURA REVISADAFERTILIZACION EN SORGO

Aunque el sorgo puede sembrarse en ventaja sobre el maíz en terrenos pobres y con menor humedad, esto no significa que el sorgo no necesite fertilizante (29). Numerosos experimentos han demostrado que responde bien a la aplicación de fertilizantes.

Leamer (15) en un experimento de fertilización en sorgo, en contró que la aplicación de Nitrógeno produjo incremento en la producción, siendo 60 libras por acre, el tratamiento más efectivo y económico. La respuesta al Fósforo fué variada, pero se observó que la producción aumentaba cuando se aplicaban altos niveles de Nitrógeno. El Potasio no aumentó la producción en ninguno de los tratamientos.

Welch y Burnett (33), estudiando el espaciamiento entre surcos, la población de plantas y la fertilización nitrogenada en sorgos graníferos, observaron que con una aplicación adecuada de Nitrógeno, la producción de grano y forraje aumentó con el aumento de población. Los máximos rendimientos de grano y forraje en los sorgos de grano en crecimiento fueron obtenidos con 50 libras de Nitrógeno por acre.

Keogh y Maples (12) hicieron un experimento para investigar los requerimientos de fertilidad del sorgo de grano, con miras de evaluar, en primer lugar las cantidades adecuadas de Nitrógeno y como objetivo secundario observar la respuesta a Fósforo y Potasio. Encontraron que el mejor tratamiento fué de 60 libras de Nitrógeno por acre. Indicaciones a la respuesta al Fósforo y Potasio dieron una respuesta marcada sólo en suelos con un nivel muy bajo de Fósforo y Potasio.

Estos mismos investigadores (13) en otro experimento similar, nuevamente encontraron que las mejores producciones se obtenían con 60 y 90 libras de Nitrógeno por acre. En cuanto al Fósforo observaron que el único efecto que tenía era reverdecer el follaje y conseguir una madurez más temprana. El Potasio no causó ningún efecto.

En un ensayo realizado por Cabstick, Keogh y Maples (5) sobre fertilización nitrogenada en sorgos graníferos de secano e irrigados, se observó que la respuesta al Nitrógeno de los sorgos de secano era muy variable en un período de 3 años, mientras que en los sorgos irrigados hubo poca variabilidad. Concluyeron que una respuesta promedio para las pruebas de los tres años de experiencia era de que 60 a 80 libras de Nitrógeno por acre podrían ser usadas en sorgos de grano no irrigados y alrededor de 50 a 70 libras en los sorgos de granos irrigados. En los análisis económicos que hicieron, recomiendan que la cantidad exacta de fertilizantes a usar, sea determinado por el mismo agricultor en las bases del valor del grano, costo de fertilizantes y la experiencia previa; normalmente en sorgos graníferos de secano, 70 libras de Nitrógeno por acre, podría ser el nivel de mayor ganancia y en tierras donde se usó la irrigación, el nivel podría ser de 60 libras.

En un ensayo de fertilización hecho en el suroeste de Arkansas se concluyó que el nitrógeno desempeña importante papel en la producción de sorgos graníferos irrigados. Se observó también que la respuesta de producción al nitrógeno está limitada a los campos que han sido cultivados año tras año y a aquellos que estuvieron irrigados año tras año. Como respuesta a los fertilizantes fosfatados en estas áreas el sorgo no dió incrementos grandes

en la producción (10).

Webster y Furrer (32) mencionan que los requerimientos nutricionales para el sorgo son similares a los del maíz, excepto porque el sorgo muestra una mayor respuesta al Fósforo. Recomiendan que en suelos bajos en Nitrógeno deben aplicarse alrededor de 40 libras de este elemento por acre. Si el sorgo va a ser sembrado en un campo necesitado de Fósforo, deben aplicarse de 20 a 40 libras por acre cuando el fertilizante es aplicado al momento de la siembra y usar dos o tres veces más esa cantidad si el fertilizante es aplicado antes de siembra.

Ross y Laude (28) mencionan que el sorgo generalmente no responde a los fertilizantes en suelos altos en nitrógeno en condiciones secas. En condiciones de riego, si responde en forma similar al maíz.

Experimentos realizados por Nelson (17), muestran que bajo condiciones de riego, dosis de Nitrógeno de hasta 176 kilogramos por hectárea pueden conducir a considerables aumentos de rendimiento (2500 kg. por hectárea).

Una investigación fué conducida para estudiar el efecto de la fertilización sobre el rendimiento de grano y forraje y sobre el contenido de proteínas del grano de sorgo. Aplicaciones de 60 a 120 libras por acre de Nitrógeno, dieron un aumento significativo en la producción y en el contenido de proteínas del grano y en el forraje del sorgo de grano (4).

Muñoz y Rachif (16) llevaron a cabo un experimento de fertilización y espaciamiento en sorgo, en Michoacán. El fertilizante a aplicar lo usaron en las cantidades de 0, 40, 80, y 120 kilogramos de Nitrógeno por hectárea; al mismo tiempo a todas las parce-

las se les aplicaron 40 kilogramos de Fósforo por hectárea.

Usaron dos variedades: Hegari precoz y Kafir I llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La variedad y la cantidad de Nitrógeno afectaron significativamente los rendimientos. Kafir I fué la más rendidora de las variedades. Por otra parte a mayores dosis de Nitrógeno correspondieron mayores rendimientos.
2. La aplicación de 40, 80 y 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea incrementó los rendimientos de la variedad Kafir I en 57, 102 y 171 por ciento respectivamente sobre el tratamiento testigo y en 28, 95 y 175 por ciento en la variedad Hegari Precoz.
3. Se aceleró la floración por 4 días con Hegari Precoz y 14 días en Kafir I, con la máxima aplicación de nitrógeno.
4. El desarrollo general de las plantas fué mayor a medida que se incremento la concentración de nitrógeno.

5. Los mayores rendimientos logrados con la aplicación de cualesquiera de los niveles de fertilización en ambas variedades, paga con creces el costo del fertilizante y muestra la conveniencia de la aplicación del mismo.

Pitner, de la Vega y Sánchez (25) recomiendan como abono la misma fórmula que para el maíz, de acuerdo con la región, en general 40-40-0, kilogramos por hectárea.

Kornerup (14) reporta que "en Colombia casi no han sido usados fertilizantes en los cultivos de sorgo, pero en la Costa Atlántica y en Tolima ha respondido a las aplicaciones de Nitrógeno".

Pueden aplicarse de 70 a 150 kilogramos de Nitrógeno por hectárea en el momento de la siembra o cuando se haga la primera cultivada.

Si la siembra se realiza de temporal o siendo las precipitaciones pluviales muy escasas, no es recomendable aplicar fertilizantes, ya que el uso del mismo está condicionado a un límite de humedad en el suelo, para que la solución formada pueda ser utilizada por las plantas en desarrollo (7).

Los resultados de la aplicación de fertilizantes en sorgo, en tierras de temporales, son indeterminados, debido a la variación continua en la cantidad de lluvias durante el cultivo (2).

Salazar (29) menciona que la cantidad de fertilizantes y fórmula a usar para el cultivo eficiente del sorgo, es distinta de acuerdo al análisis del terreno y a la cantidad de humedad disponible.

La recomendación más general que puede hacerse sobre fertilización del sorgo en la costa del Pacífico de Nicaragua es de 50 a 100 libras de Nitrógeno por manzana, 50 libras de Fósforo y 50 libras de Potasio (29).

En un experimento de fertilización con sorgo Shallú las más económicas producciones de grano y forraje fueron obtenidas con aplicación de fertilizantes nitrogenados, siendo la fórmula de mayor rendimiento 88-0-0 libras por manzana (18).

Usando siempre sorgo Shallú se probaron diferentes tratamientos con fertilizantes; en todas las pruebas se obtuvo la mayor cosecha a medida que se aplicó mayor cantidad de Nitrógeno recomendándose para la siembra de sorgo para grano la cantidad de 50 libras por manzana (19).

Otro ensayo de fertilización en sorgo usado la variedad Shallú, en el que se aplicaron diferentes combinaciones de elementos fertilizantes y para el cultivo de retoño se aplicaron cantidades de Nitrógeno iguales a la que se aplicó a la mezcla original (19).

De acuerdo a los datos obtenidos se ha podido saber que el sorgo responde bien a las aplicaciones de nitrógeno, siendo el tratamiento más destacado el de 150 libras de Nitrógeno por manzana que alcanzó un rendimiento 48% más que el tratamiento testigo (20).

Al estudiar "Efecto de cantidades de semilla por manzana y fertilizantes en el sorgo para grano", variedad Dekalb-E-57, se-

encontró que los testigos, rindieron en promedio mayor cantidad de grano y forraje, indicando un posible efecto detrimental del fertilizante en esta prueba (21).

Experimentos realizados en los departamentos de León y Estelí sobre fertilización en sorgo de grano, se encontró que las mayores producciones se obtenían aplicando Nitrógeno, Fósforo y Potasio pero si se suprimían el potasio en la fórmula fertilizante, los rendimientos no disminuían (21).

Díaz (8) informa que en una serie de 12 ensayos realizados con un sorgo Dekalb E-57 en Chinandega, León y Granada y usando 12 fórmulas de fertilizantes, encontró que el rendimiento de grano aumentó en las parcelas que recibieron Nitrógeno solo o combinado con Fósforo y Potasio. El Fósforo y Potasio solo no causaron respuesta alguna del sorgo.

LA FERTILIZACION FOLIAR:

HISTORIA:

La nutrición foliar constituye uno de los más importantes avances en el progreso de la producción de cultivo (9).

La absorción de los nutrientes es un fenómeno natural (35)- Como un proceso natural de suministro de nutrientes, ha existido en todas las formas de vida de las plantas (9).

La parte aérea de las plantas está adaptada como un órgano de fotosíntesis, pero también puede ejercer la función absorbente de sustancias orgánicas. La nutrición foliar en amplio sentido incluye la absorción de nutrientes por todas las partes aéreas de la planta (9).

Históricamente las sales de hierro solubles en agua, fueron las primeras en ser usadas en forma de aspersión en la nutrición foliar (9). De acuerdo con Krasnski, estudios realizados en la Unión Soviética, demostrando la absorción foliar, fueron conducidos por Zh. Bussengo hace más de 100 años. La absorción de nutrientes por las partes aéreas además de las hojas fué notada en 1803 por Forsyth (9).

Un gran ímpetu sobre el estudio de la absorción foliar de nutrientes minerales, vino con el uso de trazas radioactivos en 1938. Por primera vez se hicieron medidas precisas para observar la absorción, el transporte y principalmente para distinguir entre el nutriente absorbido simultáneamente por el follaje y por las raíces.

MÉTODOS PARA MEDIR LA ABSORCIÓN FOLIAR:

El primer indicador de absorción de nutrientes foliares fue la corrección o prevención de desórdenes nutricionales, es decir el primer criterio usado fué el de reverdecimiento de las hojas de las plantas tratadas (9).

Los aumentos en crecimiento y rendimiento mayores constituyen un segundo índice para observar la absorción foliar, y un tercer índice para evaluar los efectos de fertilización foliar, los constituyen los cambios en la composición del tejido de las plantas (9).

Actualmente en los estudios de la nutrición mineral por el follaje de las plantas se usan los isótopos radioactivos (30).

Su importancia radica en el hecho de que las mediciones de radioactividad dentro de las plantas pueden hacerse sin necesidad de destruirlas. Los movimientos de esos isótopos dentro de las plantas, pueden trazarse directamente, notando la aparición de la radioactividad en el sistema. La absorción del transporte de la radioactividad es un tipo de método trazador (30).

La absorción foliar puede ser medida sumergiendo una hoja o asperjando toda la parte del follaje con soluciones de nutrientes y determinando más tarde la acumulación de radioactividad en partes no tratadas (9).

Buckovack y Witter usando la técnica del "disco de la hoja" obtuvieron para 14 nutrientes valores comparativos para los niveles de absorción y movilidad en las plantas de frijol (9).

MOVILIDAD COMPARATIVA DE NUTRIENTES APLICADOS AL FOLLAJE (9)

| <u>Muy móviles</u> | <u>Móviles</u> | <u>Parcialmente Móviles</u> | <u>Inmóviles</u> |
|--------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
| Nitrógeno | Fósforo | Zinc | Boro |
| Rubidio | Cloro | Cobre | Magnesio |
| Potasio | Azufre | Manganeso | Calcio |
| Sodio | | Hierro | Estroncio |
| Cesio | | Molibdeno | Bario |

La lista está en orden decreciente de movilidad en cada grupo.

Una nueva técnica para aplicar y medir el nutriente absorbido por medio de la nutrición foliar ha sido designado por sus creadores, Okuda et al (23) como el "Método Sticking".

Todos los métodos para medir la absorción foliar de nutrientes, se facilitan si los especímenes experimentales crecen en soluciones nutritivas (9).

MECANISMO DE LA ABSORCION FOLIAR:

Todas las capas externas e internas de las partes de una planta están cubiertas con una gruesa capa lipoidal conocida como cutícula (9).

Los vegetales hidrófilos carecen totalmente de esta capa o la tienen muy reducida.

La penetración cuticular es un prerrequisito para la absorción foliar (35). La penetración por los estomas no es equivalente a la absorción (9).

En su lado exterior la cutícula de muchas hojas está cubierta con pequeños discos cerosos que emigran hacia la superficie de la hoja. La frecuencia y extensión de estos discos cerosos varía según las especies y el medio ambiente. En su lado interno, adyacente a la pared de la célula, la cutícula usualmente está rodeada por una delgada capa de pectina (9).

En cutículas delgadas e hidratadas, la adherencia de gotas y permeabilidad de la misma cutícula, es mayor. La hidratación de la cutícula causa hinchazón de la misma, entonces los discos cerosos se expanden y la penetración se facilita. Cuando la cutícula está seca tanto por ausencia de humedad en la planta como en la superficie de la hoja, el esqueleto del vegetal aprieta e impide la penetración (9).

Una vez que la absorción y penetración cuticular es completa, queda aún la barrera de la pared celular y la membrana pro -

toplusmática (9).

Van Oberbeck, (9), ha indicado que el protoplasma no constituye una capa suave, pero de la pared celular se extiende hacia el protoplasma, una multitud de pequeños canales designados o conocidos como ECTODESMATAS. Muchos de los ectodematas penetran - la pared interior de la epidermis y terminan debajo de la cutícula

Franque (9), ha demostrado que los pelos que poseen las hojas están equipados con un número enorme de ectodesmatas.

Igualmente hojas turgentes contienen más ectodematas que hojas marchitas y el número de ectodesmatas es más grande durante la noche y temprano por la mañana que durante el resto de horas del día. Después que los materiales nutrientes han penetrado -- dentro de los ectodesmatas, son transportados a través de la pared celular epidérmica, procediendo los ectodesmatas por difusión (9).

Está aún en pie la pregunta de absorción foliar a través de estomas y espacios intercelulares. En condiciones normales las cavidades estomales están llenas de aire y no permiten la entrada de agua. Aún penetrando por los estomas, los nutrientes se encuentran en las hojas pero no en la célula.

Un número grande de ectodesmatas, una cutícula delgada, una larga aérea superficial, favorecen la penetración, a través de la pared celular epidérmica, rodeada por los canales antes mencionados (9). Los agentes humectantes ayudan a la absorción cuticular bajando al ángulo de contacto de las gotas con la superficie cerosa

cuticular externa, entonces la penetración dentro de la cavidad estomacal se convierte en una realidad aumentando grandemente la superficie capaz de absorber.

Witter y Teubner (36) han enfatizado que existen aún grandes espacios en nuestros conocimientos acerca del mecanismo de la absorción foliar de todos los nutrientes. Problemas poco usuales se encuentran en experimentación con nutrientes foliares con la hoja está la complicación de una cutícula con depósitos de cera en la superficie que varía con las especies, medio ambiente y edad, aún en la misma hoja, el haz y el envés varían no solo en el grueso de la cutícula, sino en la naturaleza y extensión de los depósitos de cera y la ausencia o presencia de estomas. La evaporación de la fase acuosa de las soluciones usadas que generalmente ocurre a los minutos de la aplicación subsecuente, hace variar la concentración, lo que constituye otro problema difícil de resolver. Estas variables acopladas con la dificultad persistente de distinguir entre absorción y transporte subsecuentes, presenta problemas no usuales en la resolución de la toma de nutrientes por las hojas.

La absorción de nutrientes foliares presenta en la gramíneas un problema especial, tal como lo explican Robbins et al (26). La superficie de las plantas suele estar cutinizada o suberificada. La cutina y suberina son sustancias que se asemejan a los aceites por sus afinidades químicas. Por tal razón las soluciones acuosas son repelidas en la mayor parte de los casos por la superficie de las plantas; se disponen en gotitas redondeadas y tienden a escurrir. Así ocurre especialmente con gramíneas. Aún cuando se atomizan con una gran presión y se apliquen con

gran fuerza, no pueden adherirse a la superficie aérea de muchas plantas. Se adhieren, permanecen en su lugar formando gotas y ofrecen una superficie de contacto.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICIENCIA DE LA ABSORCIÓN FOLIAR:

Existen diversos factores que influyen en la asimilación de nutrientes aplicados por la vía foliar; entre ellos tenemos:

- 1) - Superficie foliar;
- 2) - Luz;
- 3) - Temperatura;
- 4) - Valores del pH.

LA FERTILIZACIÓN FOLIAR ES PARCIAL.

La efectividad de la fertilización foliar está en prevenir y corregir desórdenes nutricionales y en suplementar la absorción por las raíces (9).

La nutrición foliar con los llamados "fertilizantes completos" aún bajo las mejores condiciones y con aplicaciones repetidas para la mayoría de las cosechas, solamente puede abastecer un pequeño porcentaje (10 a 30%) del total de nutriente que la planta necesita (34).

La absorción por las raíces es quizás la que se realiza con mayor dificultad en lo que concierne a los microelementos, debido a que son fuertemente retenidos por el suelo, y también con iones de la misma carga de los compuestos empleados como fertilizantes mayores.

Por estas causas es muy frecuente la aparición de carencias

en las plantas, que se evidencian por perturbaciones en las hojas y brotes (1).

En el estado actual de la cuestión, se pueden considerar el abonado del suelo y el foliar, como complementarios, ya que el primero asegura el mantenimiento de la fertilidad potencial del suelo, mientras que el segundo nos permite la aportación rápida y directa a las plantas, en el momento en que lo requieren, de los elementos cuya absorción al suelo es lenta o imposible.

EXPERIENCIAS CON FERTILIZANTES FOLIARES:

La mayoría de veces las aplicaciones foliares a las plantas son usadas con el objeto de corregir deficiencias de elementos menores.

Withey y Carson (37) condujeron un experimento en Garden City Branch, E.U.A., para corregir la clorosis causada por deficiencias de hierro en sorgos graníferos. Usaron aplicaciones foliares y aplicaciones al suelo y llegaron a las siguientes conclusiones:

- 1) - Las aplicaciones al suelo de compuestos de hierro son de alguna manera efectivos pero económicamente no son prácticos.
- 2) - Las aplicaciones foliares de compuestos de hierro reducen la condición clorótica y aumentan la producción de granos.
- 3) - Dos o tres aplicaciones foliares son más efectivas que una aplicación.
- 4) - Las soluciones foliares de sulfato de hierro son más baratas y tan buenas o mejores que otros materiales tratados.

5) - Las aplicaciones de sulfato de hierro al 4% aplicadas en 30 galones por acre parece ser las más satisfactoria.

Nylund (22) trabajó con fertilización en cebolla y usó sulfato de manganeso y otros elementos menores en diferentes cantidades, haciendo aplicaciones foliares y al suelo, observó que el crecimiento y la producción de cebolla cultivadas en suelo orgánicos con un pH. de 6.9, fueron mejoradas por aplicaciones de -- sulfato de manganeso. Aplicaciones de Cobre, Hierro, Zinc y Boro no tuvieron efecto beneficioso en la producción. La cantidad - óptima de sulfato de manganeso fué de 150 libras por acre, aplicados al suelo. Asimismo observó que la producción de cebollas fué igual en aquellas parcelas que recibieron aplicaciones foliares de 30 libras por acre del mismo compuesto.

Rodríguez (27) aplicó en sorgo además del fertilizante al - suelo, como complemento un fertilizante foliar suministrado en - 3 épocas distintas, usándose en las dos primeras aplicaciones la fórmula 10-15-15 y 5-23-5 en la última aplicación. Los dos tratamientos al suelo que mayor rendimiento de grano produjeron, -- fueron 60-60-0 y 0-0-0, no teniendo ninguno de ellos adición de fertilizante foliar y no habiendo entre ellos diferencia signifi cativa.

Rodríguez (27) observó que en frijol los mayores rendimien- tos se producían con una fórmula que contenía solo Nitrógeno y - Fósforo, y por los resultados concluyó que se notó una interacción positiva entre el Nitrógeno y el Fósforo, además en todos los en sayos sembrados ninguno acusó respuesta al Potasio. Observó tam bién que las aplicaciones de fertilizantes foliares no dieron -

umento en la producción, habiéndose notado solo una coloración más intensa en el follaje.

Olivas (24) encontró que al usar diferentes fuentes de Nitrógeno en maíz, y un fertilizante foliar, que el rendimiento de grano no fué estadísticamente diferente con ninguno de los fertilizantes usados, lo mismo que los datos de grosor de tallo y altura de planta.

Como los elementos nutritivos pueden ser absorbidos rápidamente por las hojas, la nutrición foliar se presta especialmente para el combate de deficiencias agudas y para satisfacer los momentos de mayor exigencia de nutrientes (3).

El sistema de abonado foliar tiene especial interés en los viveros, ya que la densidad de pies en el terreno implica una competencia extraordinaria en las raíces para absolver los elementos del suelo (1). Se ha demostrado que la aplicación de fertilizante en solución al momento de trasplantar almácigos de tomate y otras hortalizas puede aumentar significativamente el rendimiento de la cosecha temprana generalmente sin afectar la producción total (6).

Witter (34) recomienda las aplicaciones foliares de sulfato de magnesio y bórax para mejorar la calidad de los melocotones y tomates (34).

Los trastornos nutritivos del apio se corrigen rápidamente a base de sales de calcio y magnesio, en los lugares donde la aplicación de aquellos compuestos al suelo no da resultado deseables o resultan impracticables (34). Las deficiencias de Zinc en los tomates de California se controlan por medio de aspersiones

nutritivas al follaje (34).

En Hawaii, del 75 al 80 por ciento del Nitrógeno que se aplica a los sembrados de piñas, procede de aspersiones de Urea (34).

En cítricos se ha encontrado una nueva forma de corregir las deficiencias causadas por la ausencia de Nitrógeno, aplicando este elemento en forma foliar (3). El abono foliar con nitrógeno debe recomendarse también en los casos en que los árboles se encuentren incapacitados para absorber nitrógeno del suelo como consecuencia de condiciones atmosféricas extremas: sequía o exceso de humedad (3).

Dorokhov comprobó que actualmente la remolacha azucarera a la que sometió a aspersiones foliares, que el contenido de azúcar de las raíces aumentaba en un 14 por ciento (1).

Uchewatksi et al (31) llevaron a cabo estudios minuciosos sobre la fertilización foliar en algodón, utilizando Fósforo. El objetivo principal de estos experimentos fué estudiar el efecto de la aplicación de Fósforo a las hojas de las plantas para evitar la caída de botones florales, así como la de bellotas en formación. Los resultados de estos experimentos han servido de base para llevar a cabo una campaña en gran escala aplicando fósforo foliarmente.

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

El trabajo experimental se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera", situada a 12 kilómetros de Managua, sobre la carretera norte.

El suelo donde se estableció el experimento pertenece a la serie Sabana Grande y el nivel de fertilidad de acuerdo con los resultados del análisis químico es el siguiente:

Fósforo asimilable : alto 97 ppm
Potasio asimilable : alto 740 ppm
pH (acidez) : 6.6

En la zona de "La Calera", la precipitación pluvial media anual es de 1.200 mm. (cuadro 3). Durante el período de desarrollo del experimento, la precipitación pluvial fue de 470 mm. (cuadro 2). La temperatura promedio anual es de 28°C.

La variedad usada en este estudio es el híbrido DEKALB E-56-A. Las plantas son de talla baja, lo que las hace apropiadas para la cosecha con maquinaria. El tipo de panícula es abierto, de granos rojos y alta capacidad de rendimiento. El período vegetativo varía de 90 días en la zona baja (0 a 500 mts.), a 120 días en la zona alta (500 a 1.000 mts.) del país.

Las fuentes de fertilizante que se usaron fueron: Urea (46%N) Triple superfosfato (46% P₂ O₅) y Cloruro de Potasio (60% K₂O).- El fertilizante foliar usado fue el ENVY con fórmula 10 - 20 - 20, para su aplicación se usó una bomba de mochila con capacidad de 10 litros y presión constante.

Métodos:

El diseño usado en el experimento fue Bloques Completos al - Azar, con 4 repeticiones; en cada repetición estaban distribuidos los tratamientos.

El objetivo principal del estudio estaba dirigido a medir el rendimiento de grano que podía obtenerse. Además de este carácter, se observaron también los siguientes caracteres: días a floración, altura de planta, ahijamiento en la base del tallo y rendimiento de materia verde.

Las fórmulas de fertilizante al suelo fueron completadas con diferentes números de aplicaciones foliares y los tratamientos -- quedaron distribuidos en la siguiente forma:

| Fórmula al suelo 1) | Aplicación foliar | | |
|---------------------|-------------------|-----|-----|
| | 1a. | 2a. | 3a. |
| 0 - 0 - 0 | - | - | - |
| 50 - 50 - 50 | X | X | X |
| 50 - 50 - 50 | - | X | X |
| 50 - 50 - 50 | X | - | - |
| 50 - 50 - 50 | - | - | - |
| 50 - 0 - 0 | - | X | X |
| 100 - 50 - 50 | X | X | X |
| 100 - 50 - 50 | - | X | X |
| 100 - 50 - 50 | X | - | - |
| 100 - 0 - 0 | - | X | X |
| 100 - 50 - 50 | - | - | - |

1) En libras por manzana

X = Aplicación foliar

- = No aplicación foliar

RESULTADOS EXPERIMENTALES

De acuerdo con los métodos seguidos, se midieron los siguientes caracteres:

Días a floración:

A los 45 días de sembrado, el híbrido DEKALB E-56-A, comenzó a florecer, excepto en la parcela testigo, donde la floración se retardó por dos días. No se encontraron diferencias entre los demás tratamientos.

Altura de planta:

La altura de planta no mostró diferencia entre los tratamientos, ya que todas las parcelas presentaban la altura normal de la variedad (1.30 m.).

Ahijamiento en la base del tallo:

Tampoco mostró diferencia entre los tratamientos este carácter, ya que las plantas del híbrido DEKALB E-56-A, no ahijaron.

Rendimiento de materia verde:

El mayor rendimiento de materia verde, correspondió al tratamiento 50 - 50 - 50 libras por manzana más dos aplicaciones foliares, seguido por el tratamiento testigo (cuadro 1), no existiendo diferencias estadísticamente entre los dos tratamientos.

Rendimiento de grano:

El mayor rendimiento de grano correspondió al tratamiento testigo, seguido del tratamiento 50 - 50 - 50 libras por manzana más tres aplicaciones foliares (cuadro 1); aunque entre los dos no hubo diferencias estadísticamente significativas.

DISCUSION

De acuerdo a los resultados experimentales y al análisis estadístico se observó que no se incrementó el rendimiento de aquellas parcelas a las que se les aplicó fertilizante foliar.

La falta de acción del fertilizante foliar ENVY, usado como complemento puede deberse a diversos factores:

- 1) Hora inadecuada de aplicación del fertilizante foliar. En cutículas hidratadas, adherencias de gotas y permeabilidad de la misma cutícula, es mayor que en cutículas secas (9).- Sería conveniente que las aplicaciones de fertilizante foliar se hicieran en las primeras horas de la mañana, cuando las hojas están húmedas.
- 2) Epoca inadecuada de aplicación del fertilizante foliar, de acuerdo al estado de crecimiento de las plantas.

Resultados obtenidos por Rodríguez (27) con fertilizantes foliares usados en sorgo, son similares a los expuestos en este experimento, confirmando la falta de acción de esos fertilizantes en esta gramínea.

Rodríguez (27) condujo otro experimento de fertilización foliar en frijol y concluyó que no tenían ningún efecto sobre el rendimiento.

Otros experimentos con fertilizantes foliares demuestran que éstos son usados principalmente para corregir deficiencias nutritivas causadas por la ausencia de elementos menores (3,22,31,34,37).

Respecto a los resultados obtenidos con las fórmulas de fertilizante edáfico, se observó que los mayores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento testigo.

En la literatura Revisada encontramos muchos autores tales como: Keogh y Maples (12, 13), Leamer (15), Muñoz y Rachif (16), - Nelson (17), Welch y Burnett (33) etc., que recomiendan la fertilización edáfica del sorgo, sólo a base de Nitrógeno.

La falta de respuesta a las fórmulas que contienen Fósforo y Potasio, puede deberse a que el suelo donde se realizó el experimento no necesitaba adición de estos nutrientes, puesto que el análisis químico reveló que el suelo era "ALTO" en Fósforo y Potasio. Esto lo confirman Keogh y Maples (12) quienes observaron que el sorgo daba una respuesta marcada a Fósforo y Potasio solo en suelos muy bajos en estos nutrientes.

Leamer (15) observó que el sorgo respondía a fertilización con Fósforo pero cuando se usaban altos niveles de Nitrógeno.

Un experimento con resultados similares a los de este ensayo, fue conducido por Salazar, Pineda y Tapia (21) en 1966, en que los mayores rendimientos correspondían al tratamiento testigo.

Rodríguez (27) ensayando diferentes fórmulas de fertilizante-edáfico en sorgo, encontró en Posoltega que la fórmula que mayores rendimientos producía era 60 - 60 - 0 libras por manzana y - en orden decreciente el tratamiento testigo, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los dos.

Díaz (8) en un ensayo de fertilización en sorgo, encontró que el Fósforo y Potasio solos, no causaron respuesta alguna al rendimiento, pero que se aumentó la producción en parcelas que recibían el Nitrógeno solo, o combinado con Fósforo y Potasio. Puede verse que el Nitrógeno es el responsable del aumento en la producción.

Se descarta la deficiencia del agua como factor limitado que hubiera podido influir en esta carencia de respuesta al rendimiento, puesto que los requerimientos de agua del sorgo para producir una cosecha son según Leonard y Martin (38) de 15 a 17 - pulgadas (375 a 425 mm.) y durante el período de duración del - experimento la precipitación pluvial fue de 470 mm. (cuadro 2).

En el cuadro 3 podemos observar la precipitación pluvial de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, en la zona de "La Calera", desde 1961 hasta 1966 y vemos que la precipitación de esos meses sobrepasa los requerimientos de agua del sorgo.

La floración ocurrió normalmente, sin modificar la característica varietal.

Aunque la materia verde no era objeto de investigación en este trabajo, se estudió y analizó para aprovechar la producción de forraje una vez que se ha cosechado el grano.

Los promedios de grano obtenidos se sometieron a la prueba de Tukey para observar si existían diferencias entre los tratamientos, pero éstas no existen.

CUADRO No. 1 - RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE GRANO Y MATERIA VERDE
OBTENIDOS EN UN ENSAYO DE FERTILIZACION FOLIAR
COMPLEMENTARIA EN SORGO DE GRANO.

| TRATAMIENTOS ¹⁾ | RENDIMIENTO DE GRANO EN qq/Mz. | RENDIMIENTO ²⁾ DE MAT.VERDE EN qq/Mz. | % SOBRE EL TESTIGO | |
|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------|-----------|
| | | | GRANO | MAT.VERDE |
| 0 - 0 - 0 | 67.0 | 179.2 | 100.0 | 100.0 |
| 50 - 50 - 50 (3) | 65.5 | 160.8 | 97.8 | 89.6 |
| 50 - 50 - 50 (2) | 63.2 | 183.0 | 94.3 | 102.0 |
| 50 - 50 - 50 (1) | 61.6 | 177.9 | 92.0 | 99.2 |
| 50 - 50 - 50 | 55.5 | 143.4 | 82.8 | 80.0 |
| 50 - 0 - 0 (2) | 46.7 | 133.0 | 69.7 | 73.2 |
| 100 - 50 - 50 (3) | 63.1 | 174.2 | 94.2 | 97.1 |
| 100 - 50 - 50 (2) | 54.3 | 158.2 | 81.0 | 88.2 |
| 100 - 50 - 50 (1) | 48.6 | 124.9 | 76.6 | 69.2 |
| 100 - 0 - 0 (2) | 55.6 | 149.8 | 83.0 | 83.5 |
| 100 - 50 - 50 | 52.8 | 139.1 | 78.8 | 77.6 |

1)- Libras por manzana;

2)- Con 12% de humedad;

El número en paréntesis indica el No. de aplicaciones de -
fertilizante foliar.

Cuadro No. 2 - Precipitación Fluvial Promedio durante el período de duración del experimento, en la zona de La Calera (en mm.) 1-)

| Meses | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|----------------------|------------|---------|-----------|-----------|
| Precipitación en mm. | 165 | 211 | 84 | 10 |

Cuadro No. 3 - Precipitación pluvial promedio mensual de 6 años- anteriores, en los mismos meses en que se hizo el experimento, en la Zona de La Calera (en mm) 1) -

| Años | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|------------|---------|-----------|-----------|
| 1961 | 240.2 | 152.4 | 90.5 | 20.6 |
| 1962 | 207.7 | 397.7 | 15.5 | 7.5 |
| 1963 | 156.5 | 110.0 | 86.7 | 8.5 |
| 1964 | 91.8 | 340.8 | 27.4 | 5.8 |
| 1965 | 130.2 | 153.8 | 35.0 | 9.5 |
| 1966 | 203.1 | 238.4 | 13.9 | 37.0 |

1)-Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

C O N C L U S I O N E S

En base a los resultados obtenidos en este ensayo, podemos sacar las siguientes conclusiones:

1)- La mayor producción de grano se obtuvo con el tratamiento testigo.

2)- La mayor producción de materia verde se obtuvo con el tratamiento 50-50-50 libras por manzana más 2 aplicaciones foliares, pero sin existir diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo.

3)- El fertilizante foliar ENVY en las dosis y épocas en que se aplicó, no acusó ningún efecto positivo sobre la producción.

Los mismos resultados sugieren tomar las siguientes medidas para un aprovechamiento más efectivo de los fertilizantes foliares y los fertilizantes edáficos:

- 1)- Estudiar otras épocas y horas de aplicación
- 2)- Variar las dosis usadas.
- 3)- Usar solo Nitrógeno para la fertilización edáfica del sorgo.

R E S U M E N

Con el objeto de determinar cual es la fórmula de fertilizantes al suelo, que complementada con un determinado número de aplicaciones foliares, sea más adecuada para obtener los mayores rendimientos de grano en sorgo, se llevó a cabo un experimento en el que se probaron 4 diferentes fórmulas de fertilizante al suelo - completados con diferente número de aplicaciones de un fertilizante foliar, usando una semilla híbrida; Dekalb E-56-A, en las condiciones de La Calera.

Se observaron los siguientes caracteres: Días de floración, altura de planta, ahijamiento en la base del tallo, cantidad de forraje y rendimiento de grano.

De los resultados obtenidos por el análisis de varianza se puede deducir lo siguiente:

No existen diferencias significativas en ninguno de los caracteres observados; en cuanto a rendimiento del grano el tratamiento que mayor producción dió fué el testigo.

Los resultados obtenidos de este experimento pueden ser de mucho valor para agricultores que siembran sorgo en condiciones similares a las de "La Calera" y para aquellos que pueden hacer un uso inapropiado de los fertilizantes foliares, sin conocer la acción de éstos debido a falta de experimentación.

B I B L I O G R A F I A

- 1) - Aguilar, A. F. y Virgili, G. A. Las plantas pueden abonarse - por las hojas. La Hacienda. Junio 1965. pp. 72, 74, 75.
- 2) - Anónimo. El Cultivo del sorgo. Copias mimeografiadas. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. pp. 4, 5.
- 3) - Boletines Verdes. Informes sobre fertilización. Boletín Verde No. 1. Según Edición revisada por M. Kampper 1963 p. 29.
- 4) - Burluson, C. A. Cowley, W. R. and Ofey, O. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the Lower Río Grande Valley of Texas. Agronomy Journal 1956. pp. 524, 525.
- 5) - Cabstick, D. F., Keogh, J. L. and Maples, R. Grain sorghum - fertilization. An Economic Analysis for Selected Test Sites in Eastern-Arkansas. Agricultural Experiment Station, University of Arkansas, Special Report. II. 1962.
- 6) - Casseres, E. Producción de Hortalizas, Editorial I. I. C. A.- Primera Edición, Lima (Perú) 1966. p. 33.
- 7) - Cordoba, O. B. Generalidades en el cultivo del sorgo. Boletín Técnico No. 3. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" Universidad de Coahuila (México) 1962.
- 8) - Díaz, Z. J. Resultados de campo obtenidos en 142 parcelas demostrativas de uso de fertilizante (mimeografiado). 1965. pp. 36, 37.
- 9) - Fertilizaer, Technology and Usage. Editado por Mac Vikar, -

Bridger y Nelson. Publicado por Soil Science Society of America Wisconsin 1963. pp. 429-448.

10)- Herron, G. M. and Erhardt, A. R. Effects of Nitrogen - and phosphorus fertilizer on the Yield of irrigated grain sorghum in southwester of Kansas. Agronomy Journal. 1960 pp.499-501.

11)- Jones, W. W. Embleton, T. W. and Goodall, G. E. Urea: source of citrus nitrogen, Citrus Leaves 1965 pp. 11, 12.

12)- Keogh, J. L. and Maples, R. Fertilizer grain sorghum. - Arkansas Agricultural Exp. Sta. March-April. 1959 p. 5.

13)- _____ and _____ grain sorghum fertilization studies. Arkansas farm research. University of Arkansas Exp.Sta. March-April 1960. p. 5.

14)- Kornerup, J. O. El cultivo del sorgo de grano y sus posibilidades en Colombia. Revista Agricultura Tropical No. 3 - (Colombia) 1964 pp. 249, 250.

15)- Leamer, R. W. Fertilizer Trials on Alfalfa, Cotton and Sorghum in New México. Bulletin 408. pp. 10, 11.

16)- Muñoz J. M. Rachf, O. D. Fertilización y Esparcimiento en sorgo Revista Agricultura Técnica en México No. 3. 1957.pp. 9, 40, 41, 42.

17)- Nelson, C. E. Effects of spacing and Nitrogen Application of Yield of grain sorghum, under irrigation. Agronomy Journal 1952.

18)- Nicaragua. Informe anual de las labores del Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. STAN. 1953. Archivo (mineografía)

do).

- 19)- _____ Informe anual de las labores del Servicio Técnico Agrícola del Departamento de Agronomía. Archivo (mimeografiado).
- 20)- _____ Informe de progreso de las investigaciones del Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería 1960. Archivo (mimeografiado).
- 21)- _____ Resumen de los experimentos en sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería 1966. Archivo (mimeografiado)
- 22)- Nylund, R. E. The response of Onions to soil and foliar application of other trace elements. University of Minnesota. St. Paul; Minnesota. Proceedings of the American Society for Horticultural Science Vol. 60 1962.pp. 285
- 23)- Okuda, A. Kausaki, and Yanda, Y. Foliar absorption of nutrients; The effect of different phosphorus compounds and. p. H. on foliar absorption by use of radioactive isotopes. Soil and Plant Food Tokyo 1960 pp 66.
- 24)- Oliva, S. M. Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el maíz. Tesis profesional no publicada. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería 1967 pp.18-19.
- 25)- Pitner, J. B. Vega, J. L. de la, Sánchez, D. El cultivo del sorgo. Oficina de Estudios Especiales. S. A. G. (México) - Folleto técnico No.15 1955 p. 11.
- 26)--Robbins, W. Crafts, A. and Reynor R. Destrucción de malas yerbas. Traducción de la 2a. edición por J. Luis de la Loma. México 1963 p. 219.

- 27) - Rodríguez, M. N. Resumen de ensayo de fertilizantes - foliares en sorgo y frijol. 1967. (mimeografiado).
- 28) - Ross, W.M. and Laude, H. H. Growing sorghums in Kansas Agricultural Exp. Sta. Kansas State College of Agriculture and - Applied Science, Manhattan. Circular 319-1955. p. 9, 10.
- 29)- Salazar, B. A. Como cultivador sorgo para grano en - Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Circular 55-1966. p. 15. 16.
- 30) - Simposio Interamericano sobre la Aplicación Pacífica de la Energía Nuclear. El empleo de radiosótopos en el estudio de la nutrición de las plantas. Reporte No. T. I. D. 7554. Mayo 1957 pp 493, 494.
- 31) - Uchevatksi, P. L. Borodulina, A. A. Aplicaciones de abonos fosfatados a las plantas de algodón durante el período - de formación del fruto. Publicaciones Ac. Sci. R. S. S. Uzbek - No. 8 1953 pp. 39, 40.
- 32) - Webster, O. J. and Furrer, J. D. Sorghums in Nebraska. University of Nebraska. College of Agriculture, Circular 199. - 1959. pp. 6, 7.
- 33) - Welch, E. and Burnett, E. (U.S. Dept. Agriculture, - Chickasha, Oklahoma) Biological Abstract 83970. 1966.
- 34) - Witter, S. W. Use fertilización foliar. La Hacienda. Junio 1964 pp. 42-43.
- 35) - _____ Dept. Hort. Mich. Sta University, East - Lansing. Michigan Biological Abstract 64101. 1966.

36) - _____ Teubner, F. G. Foliar absorption of mineral nutrients.. An. Rev. Plant Physiol. 1959. pp. 13-32.

37) - Withee, L. V. and Carlson C. L. Foliar and Soil applications of Iron compounds to control Iron chlorosis of grain - sorghum. Agronomy Journal. 1959. pp. 474-476.

38) - Leonard, W. and Martin, J. Cereal Crops. Editado por-MacMillan N. Y. 1963.

A P E N D I C E

RENDIMIENTO DE GRANO PESO SECO EN LIBRAS/PARCELA DE TRATAMIENTO EDAFICOS Y FOLIARES EN SORGO PARA GRANO.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | |
|-------------------|--------------|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV |
| 0 - 0 - 0 | 9.6 | 7.7 | 7.0 | 6.6 |
| 50 - 50 - 50 (3) | 10.3 | 6.3 | 7.4 | 6.1 |
| 50 - 50 - 50 (2) | 8.1 | 8.5 | 6.8 | 5.7 |
| 50 - 50 - 50 (1) | 5.5 | 6.3 | 7.4 | 8.8 |
| 50 - 50 - 50 | 5.5 | 7.0 | 5.9 | 7.0 |
| 50 - 0 - 0 (2) | 4.4 | 4.6 | 7.0 | 5.5 |
| 100 - 50 - 50 (3) | 5.7 | 8.8 | 8.8 | 5.9 |
| 100 - 50 - 50 (2) | 5.7 | 6.7 | 6.8 | 6.8 |
| 100 - 50 - 50 (1) | 4.8 | 3.5 | 7.2 | 6.1 |
| 100 - 0 - 0 (2) | 5.9 | 7.4 | 6.8 | 5.2 |
| 100 - 50 - 50 | 5.9 | 3.5 | 5.7 | 9.0 |

ANALISIS DE VARIANEA PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE GRANO

| Fuentes de Variación | G.L | S.C. | C.M. | F.c. | Ft. |
|----------------------|-----|--------|--------|---------|-----------|
| | | | | | 0.05 0.01 |
| Tratamiento | 10 | 58.72 | 5.87 | 0.515NS | 2.16 2.98 |
| Repetición | 3 | 18.36 | 6.12 | 0.537 | 2.92 4.51 |
| Error | 30 | 340.75 | 11.385 | | |
| Total | 43 | 417.83 | | | |

RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN LIBRAS/PARCELA DE TRATAMIENTOS EDAFICOS Y FOLIARES EN SORGO PARA GRANO.

| Tratamientos | Repeticiones | | | |
|-------------------|--------------|------|------|------|
| | I | II | III | IV |
| 0 - 0 - 0 | 34.3 | 23.3 | 18.0 | 18.0 |
| 50 - 50 - 50 (3) | 29.0 | 16.2 | 25.0 | 13.6 |
| 50 - 50 - 50 (2) | 26.4 | 30.5 | 24.4 | 14.3 |
| 50 - 50 - 50 (1) | 15.8 | 23.9 | 23.5 | 29.7 |
| 50 - 50 - 50 | 14.7 | 21.3 | 16.5 | 22.4 |
| 50 - 0 - 0 (2) | 8.3 | 18.9 | 27.0 | 14.3 |
| 100 - 50 - 50 (3) | 14.3 | 29.0 | 29.4 | 18.2 |
| 100 - 50 - 50 (2) | 21.1 | 17.6 | 22.6 | 21.3 |
| 100 - 50 - 50 (1) | 14.0 | 11.8 | 18.2 | 21.1 |
| 100 - 0 - 0 (2) | 15.3 | 27.0 | 21.3 | 12.5 |
| 100 - 50 - 50 | 14.5 | 10.7 | 21.7 | 25.3 |

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE MAT. VERDE

| Fuentes de Variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.c _t | F.t. | |
|----------------------|------|--------|--------|------------------|------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 18.36 | 6.12 | 0.537 | 2.92 | 4.51 |
| Tratamiento | 10 | 58.72 | 5.87 | 0.515NS | 2.16 | 2.98 |
| Error | 30 | 340.75 | 11.385 | | | |
| Total | 43 | 417.83 | | | | |

PRUEBA TUKEY - EXPERIMENTO CON F. FOLLAR EN SORGO DE GRANO

| TRATAM. | X | $\bar{X} - F$ | $\bar{X} - I$ | $\bar{X} - K$ | $\bar{X} - J$ | $\bar{X} - E$ | $\bar{X} - H$ | $\bar{X} - D$ | $\bar{X} - C$ | $\bar{X} - G$ | $\bar{X} - B$ |
|---------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A | 7.850 | 2.475 | 2.450 | 1.825 | 1.525 | 1.500 | 1.350 | 1.150 | 0.575 | 0.550 | 0.325 |
| B | 7.525 | 2.150 | 2.125 | 1.500 | 1.200 | 1.175 | 1.025 | 0.525 | 0.250 | 0.225 | |
| G | 7.300 | 1.925 | 1.900 | 1.275 | 0.975 | 0.950 | 0.800 | 0.300 | 0.025 | | |
| C | 7.275 | 1.900 | 1.875 | 1.250 | 0.950 | 0.925 | 0.775 | 0.275 | | | |
| D | 7.000 | 1.625 | 1.600 | 0.975 | 0.675 | 0.650 | 0.500 | | | | |
| H | 6.500 | 1.125 | 1.100 | 0.475 | 0.175 | 0.150 | | | | | |
| E | 6.350 | 0.975 | 0.950 | 0.325 | 0.025 | | | | | | |
| J | 6.325 | 0.950 | 0.925 | 0.300 | | | | | | | |
| K | 6.025 | 0.650 | 0.625 | | | | | | | | |
| I | 5.400 | 0.025 | | | | | | | | | |
| F | 5.375 | | | | | | | | | | |

$$D = S_{\cdot} \bar{X} \times Q$$

$$D = 8.26$$