

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Reducción de la fertilización de fondo en sorgo amargo en el Municipio de Chapala, Jalisco

Por:

MARISA CRISTINA DÍAZ GÓMEZ

TESIS

Presenta como Requisito Parcial para obtener el Título de:
INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Reducción de la fertilización de fondo en sorgo amargo el Municipio
de Chapala, Jalisco

Por:

MARISA CRISTINA DÍAZ GÓMEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcia para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez

Asesor principal

M.C. Juan M. Cepeda Dovala

Coasesor

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería

Dr. José de J. Rodríguez Sahagún

Coasesor Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2014.

AGRADECIMIENTOS

ADIOS

Gracias a dios por darme la vida tan maravillosa, por haberme dado fortaleza para continuar en lo adverso, guiarme en el sendero de lo sensato, dándome la inteligencia y ser mi guía en mi vida ayudándome a cumplir mi más anhelado sueño. Gracias mi señor no me sueltes de tu mano para ser profesional de honestidad y lealtad.

A MI ALMAMATER

A mi casa de estudios, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro la cual llevo en el corazón siempre, que me dio todo y abrió sus puertas del conocimiento para mí y permitirme realizar mis sueños, una carrera profesional.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza. Estoy agradecida por toda la confianza y quien siempre me apoyó, tuvo paciencia y es pieza clave en la realización de este trabajo, y a su esposa Paty por su amistad gracias por confiar en mí.

A mi asesora MC. Alejandra R. Escobar Sánchez gracias por su paciencia, apoyo y confianza en mí como persona y en mi trabajo, por haberme ayudado a lograr mi sueño. Gracias por sus consejos personales y académicos. Gracias por escucharme.

A mis sinodales: Al MC. Juan Manuel Cepeda Douala, Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún por haberme apoyado y sus valiosas sugerencias, gracias por todo su tiempo invertido en mi tesis.

A Ing. José Hernández Tafuya de manera muy especial gracias por haberme apoyado en todo momento, por su valiosa confianza, por su arduo trabajo, por sus consejos los cuales me motivaron a terminar con éxito.

Lic. Guadalupe Lucia Barrera Valdez, por haberme apoyado con el área de laboratorio donde se llevó a cabo parte de la investigación de este trabajo.

A FERTIRAMOS

Gracias por su generosidad, su valioso apoyo y atención mostradas en la realización de este proyecto de investigación, apoyándome en todo momento desde el comienzo a fin.

Al Mc Fidel Maximiano Peña Ramos por su valioso apoyo y tiempo, por sus consejos y su amistad.

DEDICATORIA

Con todo mi amor como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento

A MIS PADRES

A mi madre Micaela Gómez Hernández y a mi padre Reynaldo Díaz Ruiz los seres más importantes los amo con todo mi corazón y a quienes les debo todo, les agradezco por apoyarme siempre me ayudaron a luchar día con día y no darme por vencida, son el pilar más importante en mi vida me brindaron fuerza y valor para finalizar mi sueño, no fue fácil pues hubo momentos en los que creí no poder pero siempre estuvieron conmigo con palabras de aliento y guiando mi camino.

A MIS HERMANOS

Sandra, Gabriela, Luis les dedico con mucho cariño esta meta alcanzada por su apoyo, amor, compañía y palabras de ánimo en todo momento los quiero.

A MI SOBRINOS

Con todo mi amor Nuritzi Stephany y Kevin Roberto porque con sus sonrisas y su amor me dieron fuerza para lograr mi sueño

A MI NOVIO

Con todo mi amor por haber pasado conmigo todo este tiempo, por brindarme tu apoyo y tu amor en todo momento, gracias por todo, sin ti este trabajo no sería realidad. Te amo

A MIS AMIGOS

Catalina, Xitlali, Rubén, Eliseo con cariño por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS | I |
| DEDICATORIA..... | III |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | IV |
| INDICE DE CUADROS | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VIII |
| RESUMEN | X |
| ABSTRACT | XI |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos..... | 3 |
| Hipótesis..... | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| Origen | 4 |
| Taxonomía..... | 5 |
| Variedades..... | 5 |
| Métodos usados en la producción de sorgo | 6 |
| Preparación de suelos | 7 |
| Siembra | 7 |
| Características Sobresalientes de la semilla del sorgo amargo..... | 7 |
| Características Agronómicas | 8 |
| Evolución del sorgo..... | 8 |
| Sorgo en México | 8 |
| Comercio internacional | 9 |
| Panorama mundial..... | 10 |
| Producción del suelo..... | 12 |
| Nutrición..... | 13 |
| Fertilización..... | 14 |
| Nutrientes mayores..... | 14 |
| Nutrientes menores..... | 15 |

| | |
|--|-----------|
| Fertilización foliar | 15 |
| Factores que influyen en la fertilización foliar | 16 |
| Propósitos de la fertilización foliar | 16 |
| Condiciones ecológicas y edáficas | 17 |
| Precipitación (Agua)..... | 17 |
| Temperatura | 17 |
| Elevación | 17 |
| Suelos y fertilizantes | 18 |
| Ciclo vegetativo | 18 |
| Sistema radicular | 18 |
| Tallo | 18 |
| Hojas..... | 19 |
| Inflorescencia..... | 19 |
| Grano..... | 19 |
| Plagas..... | 19 |
| Enfermedades | 20 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| Descripción del área de estudio..... | 21 |
| Clima..... | 22 |
| Edafología..... | 22 |
| Uso del suelo y vegetación | 22 |
| Pendientes | 22 |
| Geología | 22 |
| Análisis de suelo | 23 |
| Establecimiento del sitio experimental | 23 |
| Fecha de siembra | 23 |
| Fecha de cosecha..... | 23 |
| Tratamientos utilizados en el cultivo | 24 |
| Fertilizantes | 24 |
| Productos foliares | 24 |
| Control de plagas y enfermedades | 26 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| Variable evaluada | 27 |
| Demostración a los productores | 27 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 28 |
| CONCLUSIÓN | 43 |
| LITERATURA CITADA..... | 44 |
| ANEXOS | 48 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Híbridos de sorgo sobresalientes en el centro y sur de Jalisco CECEAJAL-CIRPAC-INIFAP..... | 6 |
| Cuadro 2. Importaciones, producción, consumo y stock finales mundiales de grano de sorgo (millones de toneladas) | 11 |
| Cuadro 3. Calendario de aplicaciones de productos solidos..... | 24 |
| Cuadro 4. Calendario de aplicaciones de productos foliares | 24 |
| Cuadro 5. Dosis para cada tratamiento solido y foliar | 25 |
| Cuadro 6. Análisis de suelo..... | 28 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza de los cuadrados medios y significancia para cada variable evaluada, con diferentes dosis de fertilizantes foliares aplicados al cultivo de sorgo amargo Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 29 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Situación mundial de la producción, consumo, stocks de grano de sorgo. Fuente: USDA (2013)..... | 12 |
| Figura 2. Mapa de localización del sitio experimental. | 21 |
| Figura 3 Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo en la comparación de medias (DMS) producido bajo las diferentes productos de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013). | 30 |
| Figura 4. Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo en la comparación de medias (DMS) producido bajo las diferentes dosis de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013). | 30 |
| Figura 5. Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo producido bajo las diferentes dosis de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013). | 31 |
| Figura 6. Comportamiento de la variable altura de la planta, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 32 |
| Figura 7. Muestra de la variable número de hojas, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 33 |
| Figura 8. Respuesta de la variable número de raíces adventicias, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 34 |
| Figura 9. Respuesta de la variable longitud de raíces de anclaje, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 35 |
| Figura 10. Respuesta de la variable número de raíces de anclaje, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 36 |
| Figura 11. Respuesta de la variable diámetro del tallo, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Figura 12. Respuesta de la variable peso de raíz, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 38 |
| Figura 13. Respuesta de la variable peso de tallo, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 39 |
| Figura 14. Respuesta de la variable peso de espiga, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 40 |
| Figura 15. Respuesta de la variable peso de panoja, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 41 |
| Figura 16. Respuesta de la variable longitud de panoja, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013)..... | 42 |

RESUMEN

La presente investigación se estableció en la localidad Santa Cruz de la Soledad situado en el Municipio de Chapala (en el Estado de Jalisco). A una latitud $20^{\circ} 19' 31.59''$ Norte y una longitud $103^{\circ} 9' 48.35''$ Oeste y a una altitud de 1555 metros sobre el nivel del mar, con el objetivo de reducir la fertilización de fondo, utilizando fertilizantes foliares, en el cultivo de sorgo amargo.

Se establecieron 12 tratamientos con tres repeticiones con un diseño experimental de parcelas divididas. La variable evaluada fue el rendimiento en toneladas por hectárea. Los resultados obtenidos tuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Palabras claves: Sorgo, rendimiento, fertilización foliar.

ABSTRACT

This research Santa Cruz of solitude was established in town located in the municipality of Chapala (in the State of Jalisco). At a latitude $20^{\circ} 19'31.59''$ North and a longitude $103^{\circ} 9'48.35''$ West and an altitude of 1555 meters above sea level, with the aim to reduce fertilization in the background, using foliar fertilizers, in bitter sorghum crop.

12 treatments were established with three replications with a split plot design. The evaluated variable was the performance in tons per hectare. The results were highly significant difference between treatments.

Key words: Sorghum, yield, foliar fertilization.

INTRODUCCIÓN

En México, no se tiene la fecha precisa de la llegada del sorgo como cultivo a nuestro país; lo que es un hecho, es que su crecimiento y explotación comercial se inició en la década de los sesenta y fue durante la segunda mitad de ésta en la que se inicia un desarrollo importante. Ello fue el reflejo no sólo de las tendencias mundiales que se dieron en el agro, sino que para el caso específico de América Latina, respondió a la profunda reestructuración que se da en el campo, caracterizada por el cambio en el padrón de cultivos (Barreiro, 1991).

De los cultivos de primavera- verano que se establecen en Jalisco, el Sorgo es después del maíz el más importante en cuanto a superficie.

En el año 2004 se sembraron 58, 402 hectáreas, de las cuales 4792 (8.2%) se cultivaron en la modalidad de riego y 53, 613 en temporal (91.8%); la mayor superficie se estableció en los distritos de Desarrollo Rural 07 ciudad Guzmán (47.9%) y 06 de La Barca Jalisco (24.8%). El rendimiento promedio fue de 5.5 toneladas por hectárea.

La rentabilidad del cultivo ha disminuido en los últimos años como consecuencia de un incremento continuo en el costo de los insumos, a la inmovilización de los precios medios rurales del grano, así como por el uso desmedido de algunos insumos y el excesivo laboreo de suelo.

Esta situación aunada a la disminución en el rendimiento de grano debido al control de plagas, de la maleza y a la incidencia de enfermedades, han contribuido a la reducción de la superficie de este cultivo, de tal forma, que de 92,025 hectáreas sembradas en el 2001, la superficie se redujo en 36.5% para el 2004 (Medina *et al.*, 2006).

Los usos del sorgo son múltiples y dependen de su genética, se puede utilizar para consumo humano y para la alimentación animal; así mismo también posee propiedades como insumo para la producción de papel, adhesivos, refinamiento de

minerales y elaboración de embutidos, entre otros usos industriales. En nuestro país, la demanda de sorgo se compone esencialmente de la molienda para alimentación y de la exportación. Los que demandan para molienda son principalmente firmas dedicadas a la producción ganadera y lechera, mientras que las ventas externas se componen principalmente de grandes traders internacionales (Dragún *et al.*, 2010).

A través de este trabajo de investigación se pretende ofrecer una alternativa utilizando esta variedad del cultivo de sorgo amargo, tanto a los productores de sorgo, información que contribuya a mantener una buena producción utilizando fertilizantes foliares, con el fin de reducir los insumos y el uso de fuentes que deterioran más al suelo.

Objetivos

- Evaluar el rendimiento del sorgo amargo aplicando fertilizantes foliares.
- Determinar la dosis más adecuada de fertilización foliar reduciendo las aplicaciones al suelo.

Hipótesis

La fertilización foliar tiene un efecto positivo en el rendimiento del sorgo, reduciendo la cantidad de productos químicos aplicados al suelo, para una mejor producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

House (1982) menciona que es difícil determinar dónde y cuándo ocurrió la domesticación del sorgo (Wet *et al.*, 1970). Murdock (1959) mencionan que el sorgo pudo haber sido domesticado por la gente del Mande, alrededor de las aguas del Rio Niger. Doggett (1965) indicó que la evidencia arqueológica sugiera que la práctica de la domesticación del cereal se introdujo en Egipto a Etiopia alrededor del año 3000 A.C.

El sorgo es una planta cuyo origen, según los expertos, se encuentra en África; sin embargo, diferentes culturas antiguas del Asia, como India, Asiria y China lo han cultivado desde épocas milenarias (Barreiro, 1991).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I dC. Esculturas que los describen hallaron ruinas en asirias de 700 años Ac. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África central- Etiopia o Sudan, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia.

Existen sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en India.

De los tipos salvajes encontrados en África central y el Este no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los fitogenetistas continúan buscándolos para crear nuevos germoplasmas con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

Taxonomía

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Las especies son el *Sorghum vulgare* y el andropogon, *Sorghum sudanensis*. Según Pérez *et al.*, (2010) la clasificación taxonómica es:

- Reino: *Plantae*
 - División: *Magnoliophyta*
 - Clase: *Liliopsida*
 - Orden: *Poales*
 - Familia: *Poaceae*
 - Subfamilia : *Panicoideae*
 - Tribu: *Sorghum*
 - Género: *Sorghum*
 - Especie: *S. Vulgare*

Variedades

Medina *et al.*, (2006), mencionan que los híbridos de sorgo que se comercializan en Jalisco difieren entre sí principalmente en su ciclo biológico, porte de planta, tipo de panoja, color de granos y tolerancia a enfermedades.

Si se desea que el cultivo produzca buenos rendimientos debe de tener en cuenta ciertas características. En la selección del híbrido es conveniente tomar en cuenta al menos tres:

- Que se adapte a las condiciones en que va a ser cultivado.
- Que haya demostrado en ciclos anteriores su potencial de rendimiento.

- Que sea tolerante a las enfermedades que se presentan en la región en que va ser cultivado.

En el Cuadro 1 se presentan los híbridos de sorgo que han resultado sobresalientes por su rendimiento en el centro y sur de Jalisco en evaluaciones realizadas por el INIFAP para el C.C.R.V.P es importante señalar que algunas de las características agronómicas que se mencionan pueden ser modificadas por la interacción del medio ambiente, principalmente temperatura y humedad.

Cuadro 1. Híbridos de sorgo sobresalientes en el centro y sur de Jalisco CECEAJAL-CIRPAC-INIFAP.

| HIBRIDO | EMPRESA | CICLO DE DESARROLLO | ALTURA DE LA PLANTA | TIPO DE GRANO |
|-----------|---------|---------------------|---------------------|---------------|
| 84G88 | Pioneer | Intermedio | 1.65 | Dulce |
| 85G47 | Pioneer | Intermedio | 1.60 | Dulce |
| 81G67 | Pioneer | Intermedio | 1.62 | Amargo |
| Kilate | Asgrow | Intermedio | 1.58 | Dulce |
| Brillante | Asgrow | Intermedio | 1.50 | Dulce |
| Ambar | Asgrow | Intermedio | 1.59 | Dulce |
| Onix | Asgrow | Intermedio | 1.55 | Amargo |
| Mercurio | Dekalb | Intermedio | 1.60 | Dulce |
| D-66 | Dekalb | Intermedio | 1.50 | Dulce |
| BR-67 | Dekalb | Intermedio- Tardío | 1.62 | Amargo |
| BR-48 | Dekalb | Tardío | 1.42 | Amargo |
| REBEL | Conlee | Intermedio | 1.47 | Dulce |

Métodos usados en la producción de sorgo

En base al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (1969) el empleo de técnicas apropiadas en el cultivo del sorgo trae como consecuencia lógica un incremento en la productividad del grano, y por ende ganancias para el agricultor. En nuestro medio, el individuo que se dedica a las siembras de este cereal, se considera que el cultivo amerita tanto esmero y dedicación como consecuencia de las reducidas ganancias. Algunos agricultores con el propósito de obtener dos cosechas al año con la misma plantación. Además de constituir un riesgo por razones climáticas, ellos no han pensado en mejorar las condiciones de preparación de suelo y labores culturales.

Preparación de suelos

La preparación adecuada del terreno es esencial para obtener una buena cosecha (Saucedo, 2008; Pérez y Hernández, 2009). Una arada a 10-20 cm de profundidad y dos rastreadas pueden ser suficientes. Es importante planificar las pasadas de rastra para un mejor control de malezas, debiendo dar la última pasada el mismo día o un día antes de la siembra. Como la semilla del sorgo es pequeña, se deben desmenuzar bien los terrones para evitar pérdidas de semillas.

Siembra

De acuerdo a Medina *et al.*, (2006) en suelos como los de la Ciénega de Chapala la siembra debe realizarse en seco y en suelos livianos en húmedo. Se emplean sembradoras convencionales de maíz con platos distribuidores de semilla especiales para sorgo, las cuales la depositan a “chorrillo” a una profundidad de 3 a 5 centímetros en surcos de 60 a 78 centímetros.

La siembra mecanizada se realiza a chorrillo. El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15°C, situándose el óptimo hacia los 32°C, se recomienda de 85 000 hasta 150 000 plantas útiles por hectárea. La siembra dependerá de la calidad de la semilla, sembrándose de 8 a 16 semillas por metro lineal y se debe dejar 70 cm de espacio entre cada hilera, dependiendo del ciclo corto, medio o largo. Generalmente, con sorgo híbrido se necesita unos 15 kg/ha de semilla para la siembra.

Características Sobresalientes de la semilla del sorgo amargo

- Anti pájaro.
- Tolerante a enfermedades foliares.
- Granos de alto peso específico.
- Buena sanidad de planta y grano
- De muy rápida floración.
- Tolerante a sequías, a condiciones difíciles.
- De panoja semi compacta y gruesa.

Se utiliza esta variedad por sus características para evitar que el cultivo de sorgo sufra daños directos. Ya que uno de los factores que interfieren en la pérdida de granos son los pájaros, estos consumen los granos posándose sobre la espiga, principalmente cuando están lechosos. Esta variedad resulta efectiva al ataque de aves porque el sabor del grano no les resulta agradable (Semilla rica, s/f).

Características Agronómicas

El ciclo del sorgo amargo es intermedio – precoz, el tipo de grano es amargo, la altura de la planta es de un promedio de 1.50 a 1.60 m, la floración es de 55 a 65 días, la cosecha de 125 a 145 días, su adaptación en regiones del Bajío, Occidente, Centro, Pacífico y Regiones tropicales, uso grano y el color del grano es granate (Semilla rica, s/f).

Evolución del sorgo

Financiera Nacional de Desarrollo (2014), cita que el sorgo representa el grano forrajero con mayor presencia en nuestro país, ya que es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados en el sector pecuario. La superficie dedicada a este cultivo alcanzó un promedio de 2 millones de hectáreas en los últimos diez años, con un volumen cercano a los 6.5 millones de toneladas anuales.

El rendimiento alcanzó en los últimos cinco años entre 3.7 y 3.9 t/ha. Para el año 2014 se espera una producción récord de 8 millones de toneladas, principalmente debido a un incremento de la superficie sembrada.

Sorgo en México

México se ubica entre los cinco principales productores de sorgo del mundo, junto con Estados Unidos de América, China, India y Nigeria, países que en conjunto aportan más del 70 por ciento de la producción mundial. México aporta alrededor del 11 por ciento de las cosechas mundiales de este grano. De esta forma, por su participación en la agricultura del país, su aportación al desarrollo pecuario a través del abasto de alimentos nutritivos y de bajo costo, así como su contribución al

desarrollo del sector agroindustrial, el sorgo constituye un cultivo estratégico para el desarrollo agropecuario del país (Arcos, 1999).

El incremento de la superficie sembrada en sorgo en nuestro país, se debe principalmente a la demanda de este grano por la industria de alimentos balanceados para animales, así como para otros usos, aunados a su extraordinaria adaptación que va desde el nivel del mar hasta una altura de 1800 m (García, 1995).

En México, existen zonas que presentan las condiciones climáticas necesarias para una explotación eficiente de este cultivo, estas zonas se encuentran principalmente en los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa; los cuales abarcan 86.8% de la producción nacional. Estos estados se encuentran distribuidos en el país formando las tres zonas sorgueras más importantes (Vega, 1983).

Comercio internacional

El sorgo constituye un cultivo estratégico para el desarrollo de las actividades agropecuarias del país; es un cultivo que participa de manera destacada en la agricultura, está considerado dentro de los cultivos de agricultura comercial, ya que se realiza con altos niveles tecnológicos; su vigorosa expansión en los últimos años.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1997 (FAO), el comercio mundial de sorgo está estrechamente vinculado a la demanda de productos pecuarios, dominada por las necesidades de pienso y por los precios del mismo en los países del grupo II. Solo el 6 por ciento del sorgo comercializado en el mundo (500 000 toneladas anuales) se destina a su utilización como alimento. En su mayor parte, es importado por países africanos. Como el sorgo que es objeto de comercio se utiliza básicamente como pienso, el volumen del comercio depende en gran medida de las diferencias de precio entre el maíz y el sorgo y presenta fluctuaciones muy notables. En la actualidad, el mercado del sorgo supone algo más del 3 por ciento del comercio mundial de cereales. Aunque la mayor parte de este cereal se sigue consumiendo en los países que lo producen, las exportaciones aumentaron de 3 millones de toneladas en los primeros

años del decenio de 1960 a más de 12 millones (casi el 20 por ciento de la producción total) a comienzos de los años ochenta.

Nuestro país exporta sorgo principalmente a Honduras y EEUU, aunque entre 2008 y 2010 también se registraron algunos intercambios con España y Japón. En 2010 se exportó un 74.2% del volumen y un 97.2% del valor total exportado a Honduras, el resto tuvo como destino los EEUU.

En cuanto a las importaciones, México adquiere prácticamente la totalidad del sorgo de EEUU. El índice de seguridad alimentaria muestra la proporción del consumo aparente que se satisface con la producción nacional.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), un país tiene soberanía alimentaria si el índice es mayor a 75.0%. En el caso del sorgo el índice ha fluctuado en diez años entre 81% y 52%, por lo que recurrentemente más de un 25% del consumo se satisface con importaciones de sorgo. En 2010 el índice llegó a 76% (Rural, 2011).

Panorama mundial

Barberis *et al.*, (2013), mencionan que alrededor del 60% de la producción mundial de sorgo se concentra en países subdesarrollados (Estados Unidos sólo participa con el 10%) y se destina principalmente al autoabastecimiento de mercados domésticos de alimentación humana, sin generar saldos exportables significativos.

Esta estructura de mercado le da determinadas características:

- Un reducido volumen de comercio internacional del orden de las 6,1 millones de toneladas, que representa el 10% de la producción mundial.
- El formador de precios a nivel internacional es Estados Unidos, principal exportador mundial la demanda de la industria de alimentos balanceados para la producción de proteína animal determina los flujos de comercio internacional.

La demanda mundial de sorgo se ve impulsada por la expansión del tamaño del mercado agroalimentario producto de un sostenido crecimiento de la economía mundial y de las dinámicas demográficas de los países en desarrollo, procesos de urbanización en China e India, aumento del ingreso per cápita y la modificación en los patrones de consumo alimentario que esto conlleva (Colazo *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Importaciones, producción, consumo y stock finales mundiales de grano de sorgo (millones de toneladas)

| | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | JULIO 2012/13 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| Importaciones | 5,77 | 6,35 | 6,72 | 5,06 | 6,90 |
| Producción | 64,93 | 54,09 | 62,49 | 54,04 | 57,37 |
| Consumo | 64,54 | 56,16 | 60,80 | 54,78 | 57,84 |
| Stock finales | 6,61 | 4,18 | 5,83 | 3,57 | 3,46 |
| Relación stock/consumo | 10,24 | 7,44 | 9,59 | 6,52 | 5,98 |

Fuente: PSD Online FAS USDA (2013)

De acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos 2013 (USDA) en la Cuadro 2 y la Figura 1 muestran la situación a nivel mundial del cultivo de sorgo, en ellas se observa la evolución de los principales agregados. Los valores finales vienen experimentando una tendencia decreciente a lo largo de las últimas campañas por lo que la relación stock/consumo también se ve reducida lo que lleva a un aumento de precios.

El consumo de sorgo a nivel mundial se ha mantenido estable a lo largo de las últimas campañas alcanzando valores que van desde los 54 a los 65 millones de toneladas, pero se han producido cambios en su uso y destino.

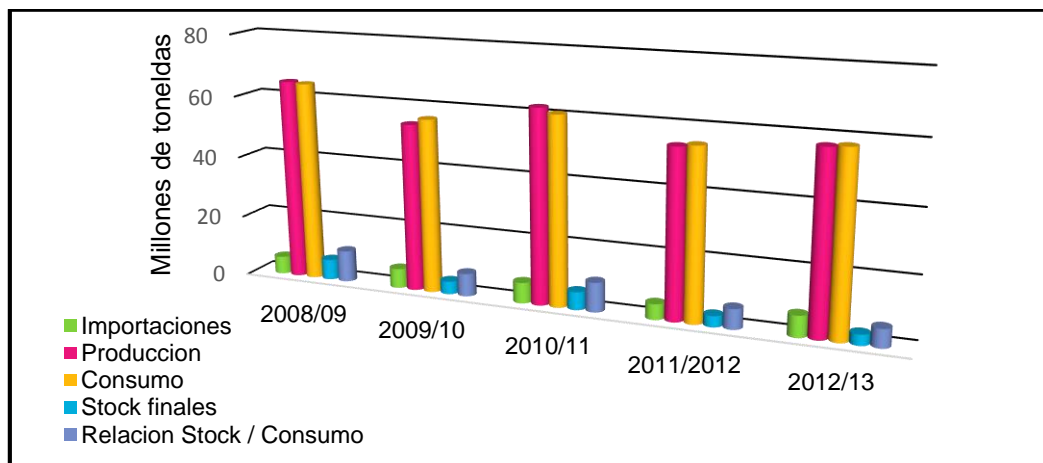


Figura 1. Situación mundial de la producción, consumo, stocks de grano de sorgo. Fuente: USDA (2013)

Producción del suelo

La capacidad para producir cultivos que rindan buenas cosechas depende de muchos factores ya que no todos los suelos son igualmente productivos; además un suelo que es productivo para algunas plantas no lo es para otras.

Es indispensable que un suelo sea fértil para que sea productivo; es decir, que contenga agua, aire para que las raíces se alimenten y respiren y debe ser de una estructura propicia.

Lesur (2006), menciona que un buen suelo mantiene sus condiciones favorables durante un largo periodo, inclusive ante influencias climáticas y de vegetación adversas, pero en los suelos agrícolas mal trabajados la tierra se deteriora y la materia orgánica no solo se renueva, sino que disminuye hasta agotarse.

Tamhane *et al.*, (1978), citan que el suelo es un medio natural para el desarrollo de las plantas. El suelo proporciona nutrimentos para las plantas en desarrollo y estas elaboran pienso para los animales y alimentos y fibras para el hombre. Hay suelos productivos por naturaleza y mantienen cultivos abundantes de

gran valor y muy poco esfuerzo humano, a diferencia de otros tan improductivos que casi no conservan por si mismos la vida de una planta útil.

Para saber lo que necesitan las plantas cuya nutrición balanceada buscamos, pensemos que se trata de organismos vivientes y no de sistemas de compuestos químicos. Tal como sucede en el hombre y los animales, las plantas toleran ciertos nutrimentos que no son los indicados, siempre y cuando existan en forma asimilable y en cantidad suficiente. En estas condiciones no podrán utilizar los elementos verdaderamente necesarios para su desarrollo normal y saludable, no obstante que se encuentren en forma suficiente en el suelo (Teucher, 1965).

Nutrición

Para determinar la dosis de fertilización se recomienda iniciar con un análisis químico de suelos de suelo a nivel parcelario para conocer el contenido nutrimental.

Rodríguez *et al.*, (2001), mencionan que el crecimiento y desarrollo de los cultivos generan una demanda de nutrimentos necesaria para satisfacer los requerimientos de sus procesos metabólicos. Es evidente que una mayor producción aumenta la demanda de los cultivos

Para la determinación de las deficiencias y en ocasiones de los excesos, se puede recurrir a varios métodos, entre los que se encuentran: el análisis de suelo, el análisis de tejidos vegetales y el diagnóstico visual (Rodríguez, 1989; Finck, 1988).

Además de aire, luz y agua, es necesario proporcionar a todas las plantas, sales solubles de algunos elementos químicos para obtener un buen desarrollo. Algunos de estos elementos llamados macronutrientes o elementos mayores son necesarios en cantidades que varían de unos cuantos kilogramos a cientos de kilogramos o más por hectárea y son proporcionados por los fertilizantes.

Los nutrientes menores (elementos menores), son tan esenciales aunque las plantas únicamente tomen cantidades pequeñas y en la mayoría de los suelos se encuentran en cantidades suficientes.

Fertilización

Los fertilizantes más comunes de acuerdo a Cooke (1964), menciona que los agricultores suelen proporcionar tres elementos nutritivos a las plantas:

- Nitrógeno (N).
- Fosforo (P), expresado en forma (P_2O_5).
- Potasio (K), expresado en (K_2O).

Estos aplicados al suelo, tienen o ligan muy estrechamente tres objetivos:

- Proporcionar nutrientes al suelo que no contiene lo suficiente para producir cosechas remunerativas.
- Mejoran la fertilidad del suelo aumentando la cantidad de nutrientes en el ciclo comprendido entre el desarrollo y término del ciclo vegetativo.
- Los fertilizantes reducen el costo de producción al elevar los rendimientos sin un sensible aumento de costos totales por hectárea.

Nutrientes mayores

Las plantas toman el nitrógeno, fosforo y potasio en cantidades que varían de unos cuantos kilogramos o más por hectárea. Dependiendo el tipo de planta y de su rendimiento, el N, P, K son elementos nutritivos mayores.

El carbono (C), el hidrogeno (H), y el oxígeno (O), son proporcionados por el agua y por el aire, el calcio (Ca), el magnesio (Mg), y el azufre (S), son proporcionados por el suelo. La disminución de calcio tiende hacia la acidez del suelo y a la disminución de la cosecha. La mayor parte del suelo contienen magnesio para los cultivos ordinarios y serias deficiencias no existen en una agricultura normal, las deficiencias se ven en horticultura y particularmente en suelos de invernadero. El azufre se encuentra en fertilizantes tales como el sulfato de amonio y potasio y en el superfosfato ordinario (Cooke, 1964).

Nutrientes menores

Cooke (1964), menciona que además de los elementos mayores estos se necesitan en pequeñas cantidades que varía de unos cuantos gramos a escasos kilogramos por hectárea, el boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), Hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y cinc (Zn) son los considerados hasta ahora como esenciales.

Fertilización foliar

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Franke, 1986).

Franke (1986), cita que las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja.

Desde 1877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas (Johnson, 1916).

Algunas veces las condiciones del suelo evitan que las plantas tomen los micronutrientes a través de las raíces y en este caso las aplicaciones de los micronutrientes por aspersion son más efectivas (Cooke, 1964).

Factores que influyen en la fertilización foliar

De acuerdo a la literatura para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta.

Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Kovacs, 1986).

Propósitos de la fertilización foliar

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis.

De acuerdo Santos *et al.*, (1999), con estos propósitos son:

- Corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo,
- Mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta.
- Hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes.
- Corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha.

Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos.

Condiciones ecológicas y edáficas

Robles (1990), menciona que el sorgo se siembra en diversos países del mundo, es una especie que se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas, es susceptible de aprovecharse económicamente en siembras comerciales en regiones agrícolas.

Precipitación (Agua)

450 - 650 mm/ciclo, siendo la etapa más crítica de embuche ha llenado de grano. Tiene alta tolerancia a sequía a ciertos periodos de encharcamientos. Tiene habilidad para parar el crecimiento ante la sequía y reanudarlo después de ésta En condiciones en que la evapotranspiración máxima es de 5 a 6 mm/día, se puede agotar alrededor del 55% del agua total disponible en el suelo, sin reducir la absorción de agua. Durante la maduración se puede agotar incluso hasta el 80% (Ruiz *et al.*, 1999).

Temperatura

Hughes *et al.*, (1966), mencionan que se considera una temperatura media óptima para su desarrollo de 16 a 26.7 °C; de 16°C como temperatura media ya no es conveniente, pues bajan los rendimientos y el ciclo se alarga. La temperatura media máxima en que se puede desarrollar el sorgo es de 37.5°C.

Elevación

El sorgo puede cultivarse desde 0 a 1000 msnm, sin embargo las mejores producciones se obtienen en zonas comprendidas de 0 a 500 msnm (Humberto *et al.*, 2007).

Suelos y fertilizantes

De acuerdo a Tocagni (1982), los granos crecen perfectamente en una gran variedad de suelos, pero se dan mejor manejo en un buen drenaje, profundo, fértil. Un suelo arenoso apropiadamente fertilizado produce buenas cosechas. Suelos de textura fina, tales como arcillosos de buen drenaje, son excelentes productores.

Necesita un alto nivel de fertilidad para producir buena cosecha. De acuerdo a este autor la falta de nitrógeno se manifiesta al amarillentarse las hojas y al secarse las mismas en la parte superior. Hay que agregar la cantidad correcta de fertilizantes ya que este dependerá de la fertilidad del suelo.

Ciclo vegetativo

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. Existen excepciones respecto a esta conclusión, pero son casos muy particulares debido a factores limitantes de la producción, que de cualquier manera es afectada (García, 1995).

Sistema radicular

El sistema radicular adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 metros, con 80% de las raíces en los primeros 30 centímetros. El número de pelos absorbentes puede ser el doble que en maíz, las raíces de soporte pueden crecer de primordios radicales, pero no son efectivas en la absorción de agua y nutrientes (Zeledón *et al.*, 2007).

Tallo

El sorgo es una planta de un solo tallo, pero puede desarrollar otros dependiendo de la variedad y el ambiente; este tallo está formado de una serie de nudos y entrenudos, poseen de 7 a 24 nudos, su longitud varía de 45 cm a más de 4

metros y depende del número de nudos, siendo igual al número de hojas producidas hasta la madurez de la planta. La altura también depende de la longitud del entrenudo, el diámetro varía de 5 a 30 mm cerca de la base (CENTA, 2007).

Hojas

Se desarrollan entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, la nervadura media es blanquecina o amarilla en los sorgos de médula seca y verde en los de médula jugosa. Tiene lígula en la mayoría de los casos. El borde de las hojas presenta dientes curvos, filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca de la nervadura central del haz facilitando el arrollamiento de la lámina durante periodos de sequía (Naranjo, 2011).

Inflorescencia

Compton (1990), menciona que la inflorescencia es una panícula de racimo o panoja con un raquis central completamente escondido por la densidad de sus ramas o totalmente expuesto, cuando está inmadura es forzada hacia arriba dentro de la vaina más alta (buche), después que la última hoja (bandera) se expande destendiéndola a su paso. La panícula o panoja es corta o larga, suelta y abierta, y compacta o semicompacta. Puede tener de 4 a 25 cm de largo, 2 a 20cm de ancho y contener de 400 a 8,000 granos, según el tipo de panoja.

Grano

El fruto es una cariósida de forma oval, presenta diferentes colores: negro, café rojizo, púrpura brillante y amarillento, con finas líneas marcadas en su superficie. Tiene una longitud de 3 mm. La mayoría de semillas se desprenden y caen al suelo al secarse la planta en la madurez (Villeda, 2014).

Plagas

Entre las plagas más comunes que atacan el cultivo se encuentran: falso gusano alambre (*Epitragus sallei* Champion), gallina ciega (*Phyllophaga* spp),

coralillo (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano alambre (*Conoderus ssp*), barrenador del tallo (*Diatrea lineolata*), langosta medidora (*Mocis latipes*) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Pineda, 1995). Insectos de la panoja son: mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*), chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*) (Pineda, 1999).

Los pájaros (principalmente tejedores, golondrinas, cuervos, palomas, pericos) constituyen una plaga seria, especialmente donde el área de sorgo ya maduro es pequeña. Al nivel del agricultor en pequeño, golpear latas y calabazas, traquear látigos, gritar y arrojar piedras, se usan con efectividad; pero donde los campos son grandes estos métodos son caros e impracticables (Bruggers *at al.*, 1982).

Enfermedades

Pineda (1999), las enfermedades más comunes que se presentan en el cultivo del sorgo son: pudrición de la semilla, tallo y plántula (*Fusarium moniliforme*), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), tizón de la hoja (*Elminthosporium sp*), pudrición del tallo (*Fusarium sp*), últimamente se ha reportado la enfermedad de la panoja conocida como ergot (*Sphacelia sp*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El experimento se estableció en la localidad Santa Cruz de la Soledad situado en el Municipio de Chapala (en el Estado de Jalisco). A una latitud $20^{\circ} 19' 31.59''$ Norte y una longitud $103^{\circ} 9' 48.35''$ Oeste y a una altitud de 1555 metros sobre el nivel del mar.

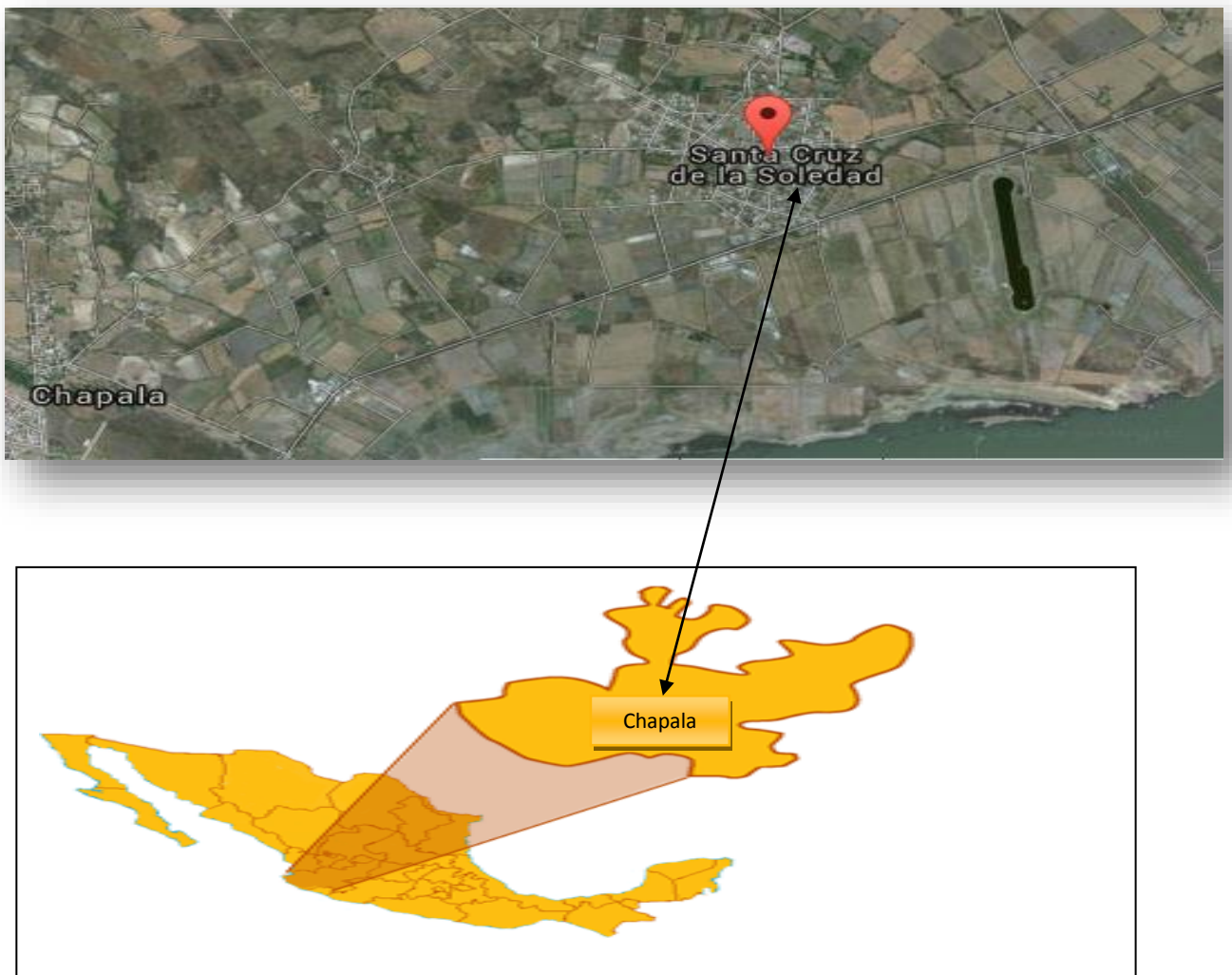


Figura 2. Mapa de localización del sitio experimental.

Clima

- Rango de temperatura 16 – 22°C
- Rango de precipitación 700 – 1 000 mm
- Clima Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (97.11%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (2.89%) (INEGI, 2009).

Edafología

- Suelo dominante Feozem (11.33%), Vertisol (4.41%) y Leptosol (0.01%) (INEGI, 2009).

Uso del suelo y vegetación

- Uso del suelo y Agricultura (6.36%) y Zona urbana (2.56%)
- Vegetación Selva (5.00%), Bosque (2.74%), Pastizal (1.49%) y Tular (0.01%) (INEGI, 2009).

Pendientes

- El 39.6% del municipio tiene terrenos planos, es decir, con pendientes menores a 5 grados (INEGI, 2009).

Geología

- El tipo de roca predominante es el basalto (51.3%), una roca ígnea extrusiva básica, que contiene entre 45% y 52% de sílice. Roca volcánica que consiste de plagioclasa cálcica (INEGI, 2009).

Análisis de suelo

Se realizó utilizando la técnica de zig zag, esto para el diagnóstico del suelo. El análisis de suelo llevó a cabo en el laboratorio del departamento de Ciencias del Suelo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, llevando dos kilogramos de muestra.

Establecimiento del sitio experimental

El diseño experimental fue de parcelas divididas, con 3 repeticiones, se establecieron 36 parcelas, la distancia entre surco y surco fue de 0.80 m, se dejó un espacio entre planta y planta de 5 cm. La parcela experimental constó de 6 surcos de 2 m de largo y 5 m de ancho.

El terreno donde se estableció el experimento, se realizó dos rastreos antes de la siembra y una escarda con caballos, esto con el fin de activar los microorganismos benéficos. El cultivo se estableció bajo condiciones de temporal, se aplicó un riego de auxilio por falta de precipitación pluvial por 15 días (22 de Agosto). En esta investigación el híbrido de sorgo utilizado es el sorgo amargo: El ciclo es intermedio – precoz, el tipo de grano es amargo, la altura de la planta es de un promedio de 1.50 a 1.60 m, la floración es de 55 a 65 días, la cosecha de 125 a 145 días, su adaptación en regiones del Bajío, Occidente, Centro, Pacífico y Regiones tropicales, uso grano y el color del grano es granate (Rojo purpura).

Fecha de siembra

Se realizó de manera mecánica, el 26 de junio del 2013, con una densidad de 18 kg/ha de semilla. Se aplicó un sellador preemergente y secante esto para el control de malezas Gesaprim combi y F500 1.5 litros por hectárea.

Fecha de cosecha

La cosecha se realizó de forma manual el 6 de diciembre del 2013, teniendo un ciclo de 163 días, se trillaron y se realizó la limpieza con un ventilador para

después pesar las semillas en una balanza obteniendo los rendimientos de cada parcela y transformarlos a toneladas por hectáreas.

Tratamientos utilizados en el cultivo

Fertilizantes

- Mezcla física (14-25-15).
- Urea (46% de N)

Cuadro 3. Calendario de aplicaciones de productos solidos

| | |
|--|----------------------|
| Mezcla física (14-25-15) Se aplicó al momento de sembrar. | 26 de Junio del 2013 |
| Urea (46% de N) Se realizó la segunda aplicación. | 26 de Julio del 2013 |

La dosis de fertilización fue de 253-92- 57 la cual se cubrió aplicando urea y una mezcla física.

Productos foliares

- Servi- Agro 20-30-10
- Promotor
- Regufol

Cuadro 4. Calendario de aplicaciones de productos foliares

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 17 de Julio del 2013 | 1 ^{era} Aplicación |
| 30 de Julio del 2013 | 2 ^{da} Aplicación |
| 12 de Agosto del 2013 | 3 ^{era} Aplicación |
| 29 de Agosto del 2013 | 4 ^{ta} Aplicación |

Cuadro 5. Dosis para cada tratamiento sólido y foliar

| Tratamiento | Fertilizante solido | Fertilizante foliar (ml/300ml agua) |
|--------------------|-------------------------------------|--|
| T1 (25%-75%) | UREA 108.75 gr. – MEZCLA 95.75 gr. | 4.5 ml Servi- Agro |
| T2 (50%-50%) | UREA 217.5 gr. – MEZCLA 191.5 gr. | 9 ml Servi - Agro |
| T3 (75%-25%) | UREA 526.25 gr. – MEZCLA 287.25 gr. | 13.5 ml Servi - Agro |
| T4 (100%) | UREA 435 gr. – MEZCLA 383 gr. | 0% Servi- Agro |
| T5 (25%-75%) | UREA 108.75 gr. – MEZCLA 95.75 gr. | 4.5 ml Promotor |
| T6 (50%-50%) | UREA 217.5 gr. – MEZCLA 191.5 gr. | 9 ml Promotor |
| T7 (75%-25%) | UREA 526.25 gr. – MEZCLA 287.25 gr. | 13.5 ml Promotor |
| T8 (100%) | UREA 435 gr. – MEZCLA 383 gr. | 0% Promotor |
| T9 (25%-75%) | UREA 108.75 gr. – MEZCLA 95.75 gr | 4.5 ml Regufof |
| T10 (50%-50%) | UREA 217.5 gr. – MEZCLA 191.5 gr. | 9 ml Regufof |
| T11 (75%-25%) | UREA 526.25 gr. – MEZCLA 287.25 gr. | 13.5 ml Regufof |
| T12 (100%) | UREA 435 gr. – MEZCLA 383 gr. | 0% Regufof |

En el Cuadro 5 se enlistan los 12 tratamientos con sus respectivas dosis para cada parcela tanto en fertilización sólida que fue la fertilización de fondo utilizando urea y una mezcla física.

Por otro lado tenemos los productos foliares con los mililitros disueltos en 300 ml de agua con los tres productos Servi-agro, Promotor y Regufof para cada tratamiento.

Control de plagas y enfermedades

| | | |
|--|---|---|
| <p>Gallina ciega (<i>Phyllophaga crinita</i>)</p> | <p>El daño fue en las raíces ya que se alimentan de ellas, se tornan amarillentas (Hasso, 1978; D.G.S.V., 1980).</p> | <p>1.- 26 /Jun/13 .2.- 26/ Jul/13 Turbulans (Terbufos) 20 kg/ha</p> |
| <p>Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)</p> | <p>La sintomatología, fue en las hojas tiernas y el cogollo, con perforaciones y rasgadas (INIA, 1982).</p> | <p>1.- 09/Jul/13 Lorsban 1 L/ ha 2.- 30 /Jul/14 Arrivo (cipermetrina) 250 ml/ ha. 3.- 12 de agosto Lorsban 1L/ ha</p> |
| <p>Roya (<i>Fuccinia Sorgui</i>)</p> | <p>La sintomatología principal en las hojas, el color marrón sobre estas (Rodríguez, 1986).</p> | <p>1.- 12/Ago/13 2.- 11/Sep/ 13 Blindaje (Benomilo) 500 gr/ ha</p> |
| <p>Ergot (<i>Claviceps africana</i>)</p> | <p>La sintomatología inicial evidente fue la exudación de mielecilla de las flores infectadas; esta mielecilla contiene numerosas esporas del hongo, esto por la alta humedad relativa y precipitación pluvial (Valle, 2001).</p> | <p>1.- 12 / Ago/ 13 2.- 10/ Sep/13 3.- 21/Sep/13 Blindaje (Benomilo) 500 gr/ha</p> |

Variable evaluada

El rendimiento, se cosecharon las plantas el 6 de diciembre, se procedió a pesar con una báscula los granos totales. Se tomaron datos y se convirtieron a toneladas por hectáreas.

En el ciclo de desarrollo del cultivo se realizaron toma de datos, para evaluar las siguientes variables durante el ciclo del cultivo: la altura de la planta, dicha variable se tomó midiendo con una cinta métrica en centímetros desde el nivel del suelo hasta la base de la inflorescencia, número de hojas se contabilizó las hojas de la planta, número de raíces de anclaje y adventicias, se realizó el conteo de las raíces anclaje y adventicias por planta, longitud de raíz esta se obtuvo midiendo la longitud de raíz por planta en centímetros con una regla métrica, diámetro del tallo con un vernier se obtuvieron los datos midiendo el diámetro del tallo, peso de raíz se obtuvieron los pesos de la raíz con una balanza analítica, peso del tallo realizó con una balanza analítica, peso de la espiga al igual que el peso de la panoja se tomaron por planta y se prosiguió a tomar los pesos con ayuda de una balanza analítica y la longitud de la panoja se tomó la distancia en centímetros desde el anillo de la panícula hasta el tope de la misma.

Demostración a los productores

Se realizó una demostración de la investigación a los campesinos y productores de localidad Santa Cruz de la Soledad esto con el fin de dar a conocer los tratamientos, con sus respectivas dosis, el evento de la demostración se realizó el 20 de octubre del 2013, por cada parcela se dio una explicación, de la fertilización al suelo y el uso de productos foliares con el objeto de que los productores compararan sus cultivos; tanto en el manejo, el desarrollo de la plantas y la respuesta a las dosificaciones a diferencia de la fertilización que ellos realizan tradicionalmente en sus tierras, y vieran las diferencias utilizando otro método.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis de suelo

El resultado del análisis del suelo realizado (Cuadro 6), obteniendo la textura del suelo y la proporción de partículas; arena (60%), arcilla (25%), limo (15%), obteniendo como textura migajón arcillo arenoso.

Materia orgánica es de (2.176%) lo cual se define como moderadamente rico, un pH de (6.97) ligeramente neutro, densidad aparente de (1.302 g/cm³) y la conductividad eléctrica de (0.99 Milisiemens). La capacidad de intercambio catiónico de (12.943 meq/100 gr suelo).

Cuadro 6. Análisis de suelo

| Características | Valor | Unidad | Método |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Textura | 60 | Arena (%) | Hidrómetro |
| | 25 | Arcilla (%) | |
| | 15 | Limo (%) | |
| Textura | Migajón arcillo arenoso | | |
| M.O | 2.176 | (%) | Walky |
| pH | 6.97 | | Potenciómetro |
| Da | 1.302 | g/cm | Probeta |
| CE | 0.99 | Milisiemens | Extracto de pasta saturada |
| CIC | 12.934 | Miliequivalente / 100 gr suelo | Estimación |

Rendimiento

Con base al (Cuadro 7), del análisis de varianza, los fertilizantes foliares aplicados al cultivo de sorgo amargo, en rendimiento significados al 0.05 de probabilidad, se tiene que los bloques y el factor A (producto) no realizaron efectos significativos. Mientras que en factor B (Dosis) realizaron un efecto altamente significativo al ($P \leq 0.05$) esto quiere decir que los tratamientos se comportaron de manera positiva. En la interacción de productos y dosis (A x B), se obtuvo efectos altamente significativos.

En las variables de productos utilizados, en la comparación de medias estadísticamente no se obtienen diferencias, como se ve en la (Figura 3), estos comportándose de la misma manera. Por lo contrario en la comparación de medias (Figura 4), las variables dosis realizaron un efecto positivo a una dosis utilizada de 25 por ciento, a medida que se redujo la fertilización de fondo se obtuvo un rendimiento positivo, superando al testigo a un 44 por ciento.

Cuadro 7. Análisis de varianza de los cuadrados medios y significancia para cada variable evaluada, con diferentes dosis de fertilizantes foliares aplicados al cultivo de sorgo amargo Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|----------|----|------------|-----------|---------|----------|
| BLOQUES | 2 | 31.199951 | 15.599976 | 3.0776 | 0.156 NS |
| FACTOR A | 2 | 0.686035 | 0.343018 | 0.0677 | 0.936 NS |
| ERROR A | 4 | 20.275635 | 5.068909 | | |
| FACTOR B | 3 | 45.265137 | 15.088379 | 15.7264 | 0.000 ** |
| A X B | 6 | 21.362793 | 3.560466 | 3.7110 | 0.014 ** |
| ERROR B | 18 | 17.269775 | 0.959432 | | |
| TOTAL | 35 | 136.059326 | | | |

** Altamente significativo al ($p \leq 0.05$) NS= No significativo

C.V % A = 13.38

C.V % B = 11.65

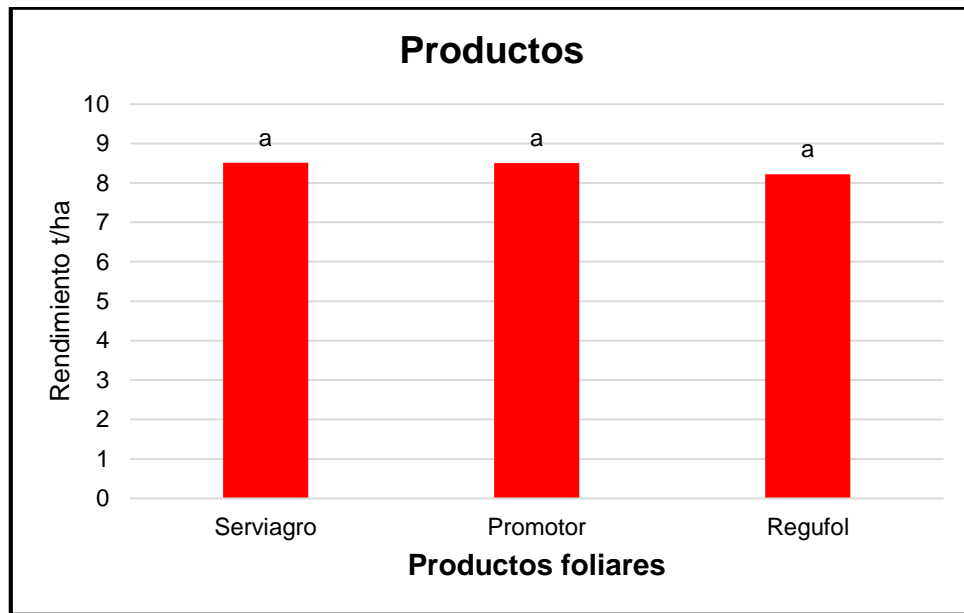


Figura 3 Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo en la comparación de medias (DMS) producido bajo las diferentes productos de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

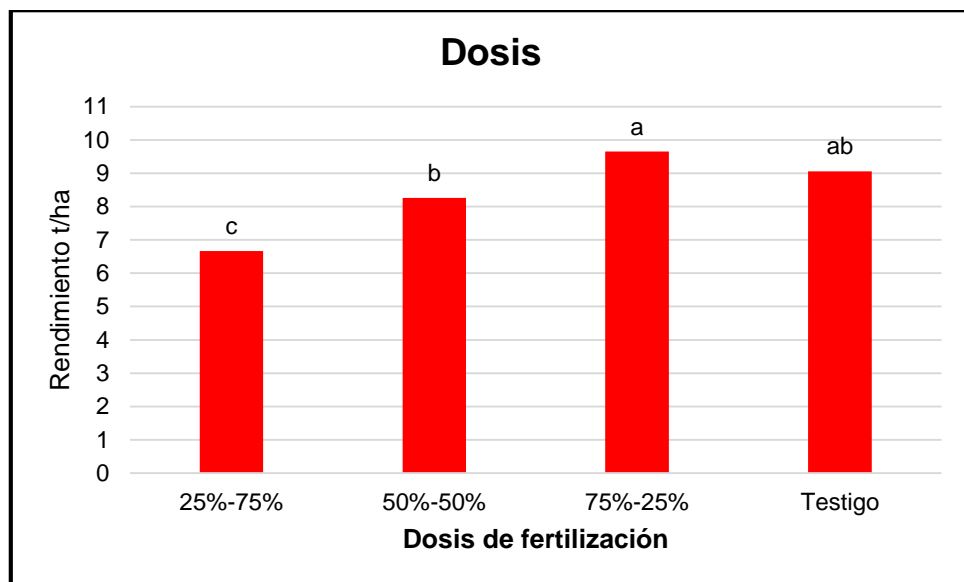


Figura 4. Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo en la comparación de medias (DMS) producido bajo las diferentes dosis de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

La Figura 5 nos muestra los productos con sus respectivas dosis, los mejores rendimientos se obtuvieron al utilizar la dosis 75-25 por ciento, obteniendo el mayor rendimiento aplicando REGUFOL de 10.156 t/ha, seguido del PROMOTOR de 10.104 t/ha siendo estos productos los que realizaron un mayor efecto positivo.

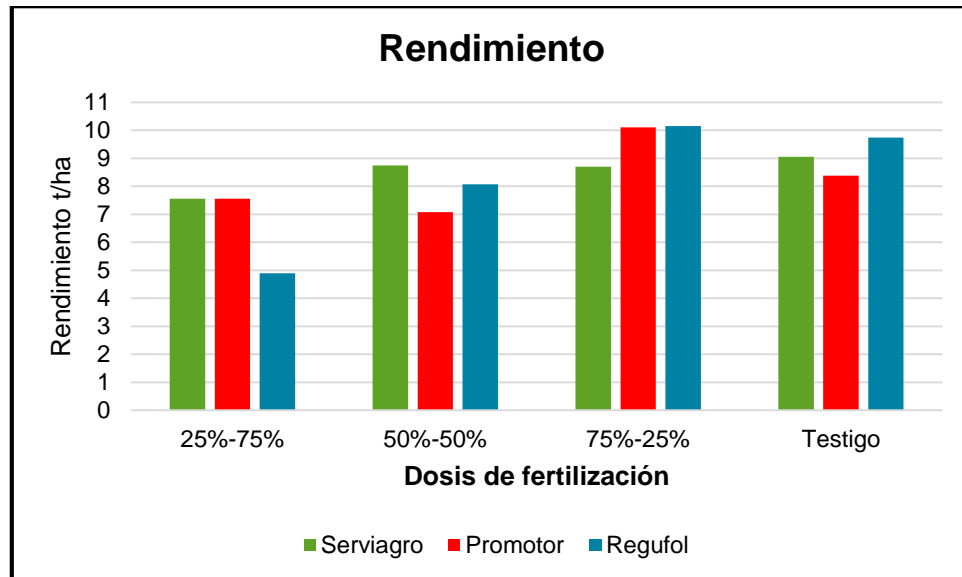


Figura 5. Rendimiento (t/ha) de sorgo amargo producido bajo las diferentes dosis de fertilizantes foliares en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Variables agronómicas

En la parte inferior se presentan las siguientes graficas de variables evaluadas (Tablas A3) en el ciclo del cultivo del sorgo amargo, se realizó la toma de datos, esto con el fin de saber la respuesta de los fertilizantes aplicados foliarmente durante el desarrollo vegetativo y el crecimiento del cultivo.

Altura de la planta

Los resultados obtenidos en base a la altura de la planta de acuerdo a la Figura 6 gráficamente se refleja para la fase fenológica vegetativa, el efecto de la aplicación de fertilización foliar en el T3 respondiendo con la dosis (25 por ciento Servi-agro) positivamente dando un buen resultado y T5 con la dosis (75 por ciento Promotor).

T3 obteniendo una altura mayor con longitud de 179 centímetros, el segundo T 5 con una altura de longitud de 174 centímetros, ambos superando al testigo.

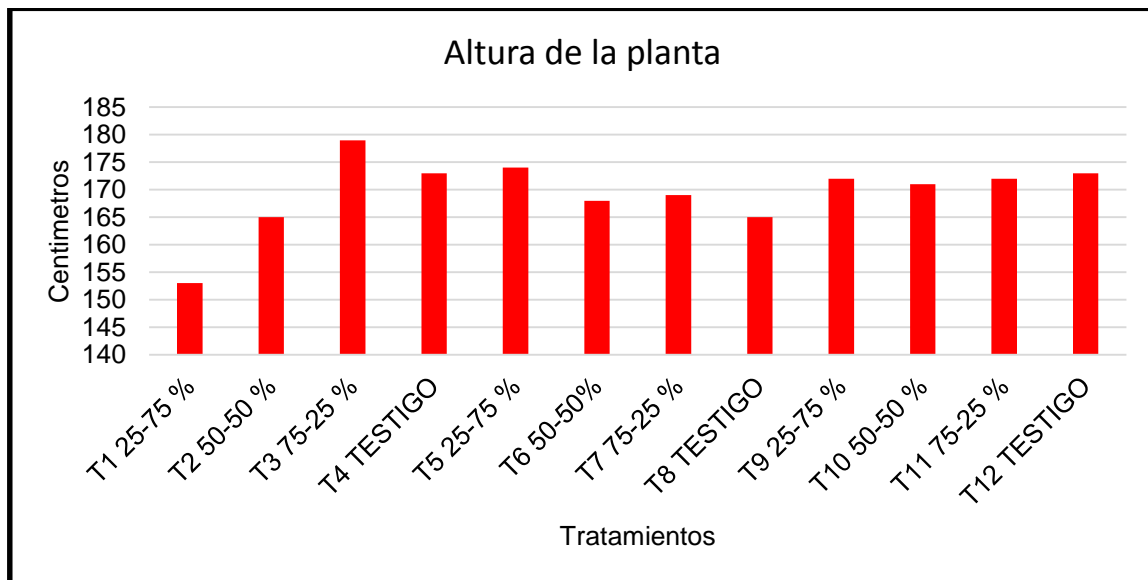


Figura 6. Comportamiento de la variable altura de la planta, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Número de hojas

Gráficamente en la Figura 7 podemos ver los resultados de la variable en cuanto a la contabilización de hojas por cada tratamiento, obteniendo resultados positivos utilizando Promotor en el T7, con una dosis de 25 por ciento logrando un resultado vital al utilizar fertilizante foliar y al superar al testigo.

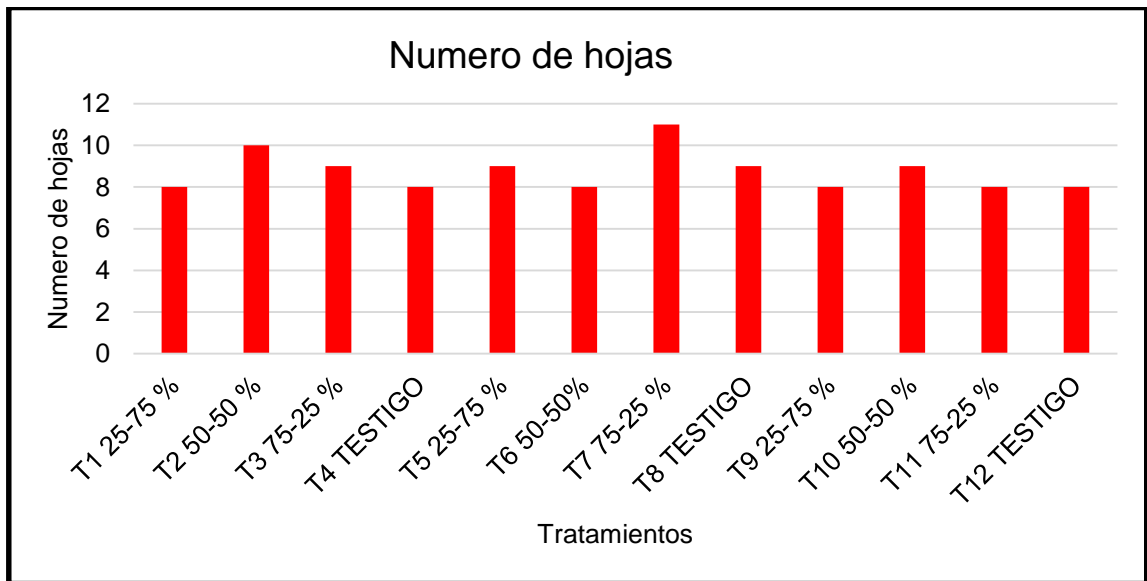


Figura 7. Muestra de la variable número de hojas, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Número de raíces adventicias

En la variable número de raíces adventicias de acuerdo a la Figura 8 se observa gráficamente, existió un efecto muy importante de los tratamientos nutricionales en la expresión del desarrollo de raíces ya que estas tiene la función de darle el sostén a la planta, así como la adsorción de nutrientes, lo que nos refleja un efecto positivo es el T6 con la dosis al 50 por ciento, utilizando el producto foliar Promotor, hay un desarrollo radicular positivo.

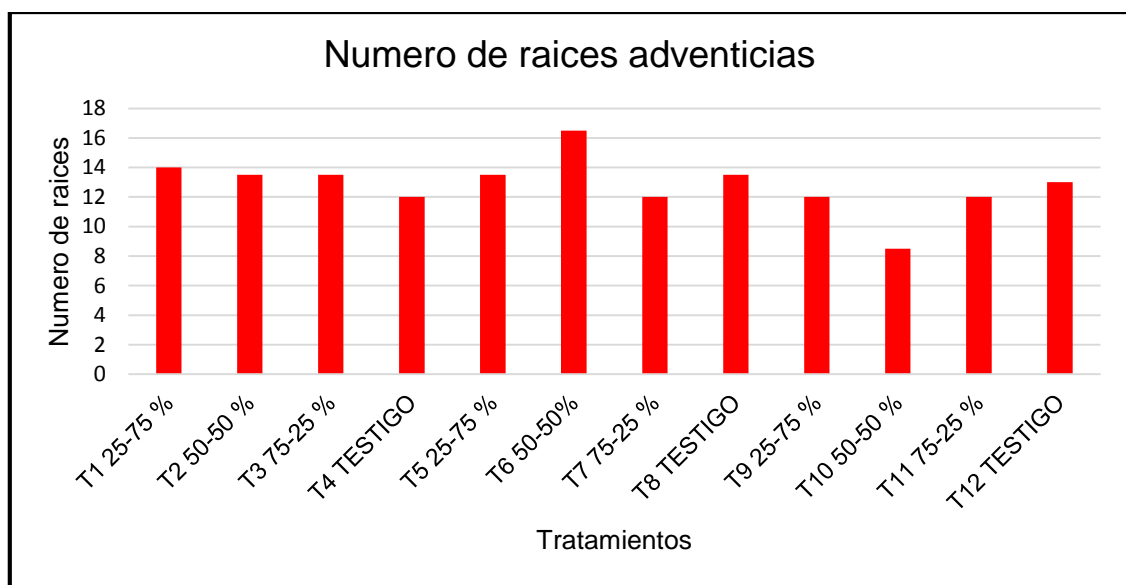


Figura 8. Respuesta de la variable número de raíces adventicias, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Longitud de raíces de anclaje

Gráficamente se observa en la Figura 9 la respuesta positiva de la variable, la longitud de la raíz, respondiendo el T6 positivo, superando al testigo utilizando una dosis del 50 por ciento este corresponde al productor foliar aplicado Promotor.

Los tratamientos T11 Regufol y T3 Servi- agro ambos con las dosis al 25 por ciento reflejan una respuesta también positiva y superando al testigo, ambos tratamientos fueron similares.

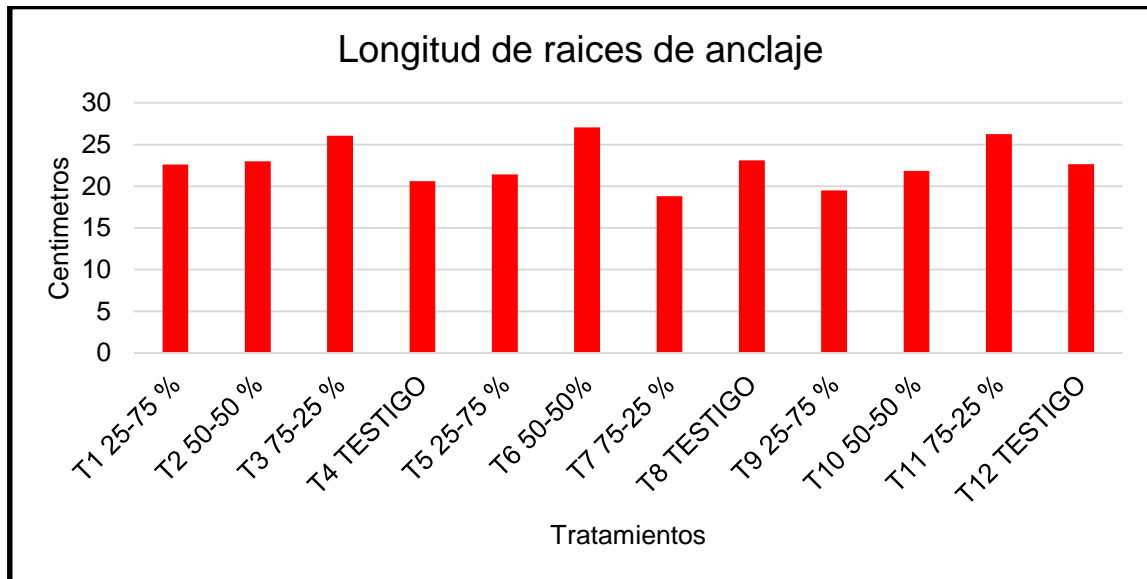


Figura 9. Respuesta de la variable longitud de raíces de anclaje, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Número de raíces de anclaje

En la Figura 10 se observa gráficamente, una respuesta positiva en cuanto a esta variable fue el T1 utilizando el Servi – agro a una dosis de 75 por ciento, observándose en la gráfica un claro efecto.

Enseguida los T2 Servi- agro con una dosis al 50 por ciento, T6 Promotor al 50 por ciento y T11 Regufol al 25 por ciento, también reflejan buenos resultados.

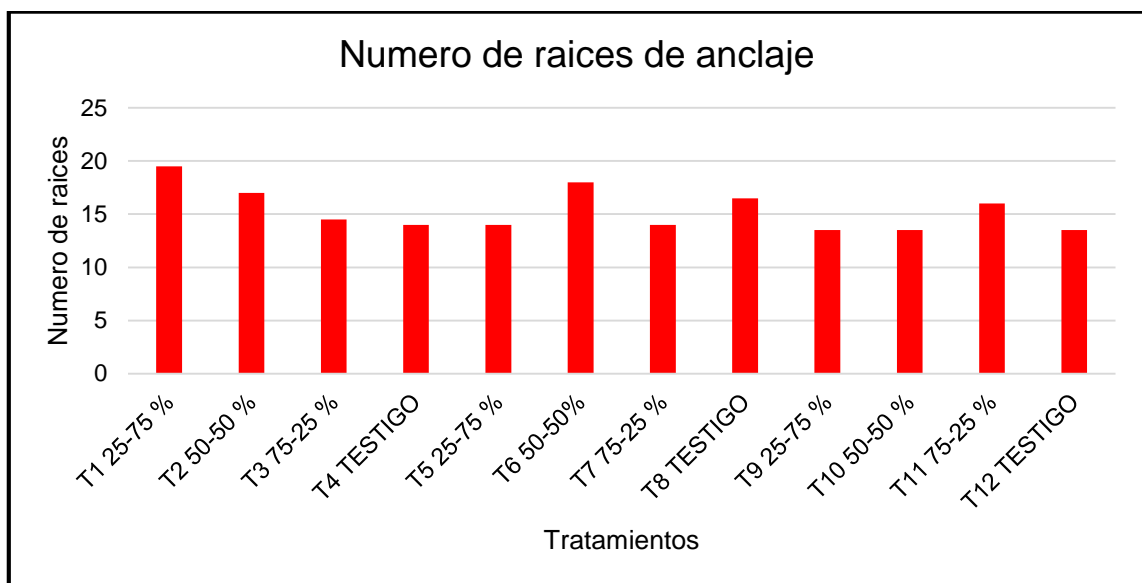


Figura 10. Respuesta de la variable número de raíces de anclaje, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Diámetro de tallo

En la Figura 11 se refleja gráficamente en cuanto al diámetro del tallo, la mejor respuesta se dio en el T11 a una dosis al 25 por ciento utilizando Regufol hay una respuesta positiva comparada a la del testigo.

En el caso de los tratamientos T1 Y T2 con dosis al 75 y 50 por ciento, utilizando en ambos tratamientos Servi – agro también se obtuvieron resultados positivos.

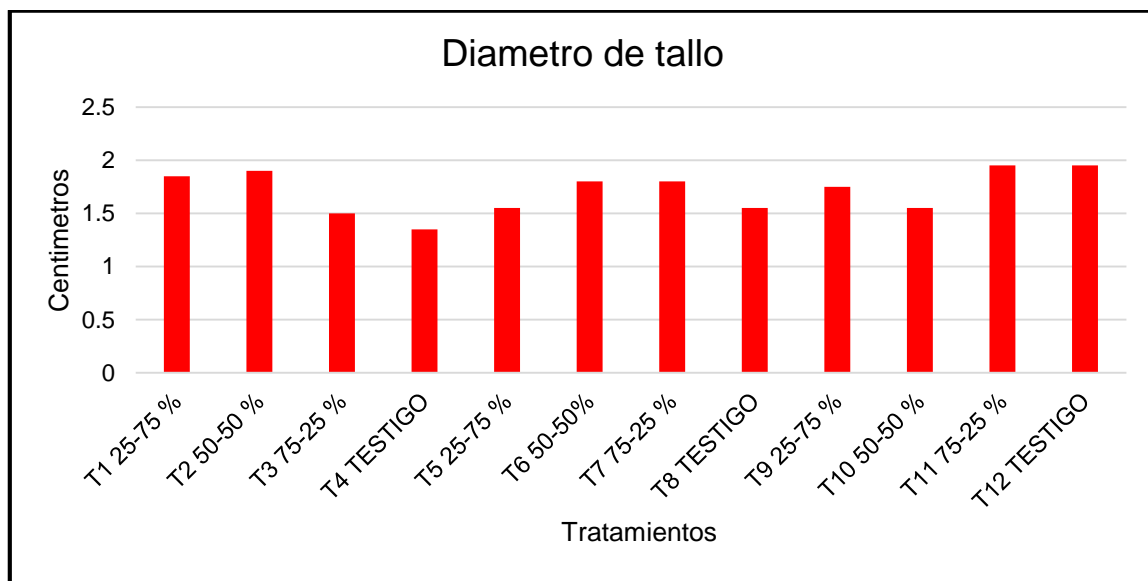


Figura 11. Respuesta de la variable diámetro del tallo, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Peso de raíz

Gráficamente en la Figura 12 esto en base a la variable peso de raíz, el mejor tratamiento T6 al 50 por ciento utilizando el producto foliar Promotor con un peso de 28.825 g.

El T2 con la dosis al 50 por ciento se obtuvo un peso de 27.16 g utilizando Servi-agro. Obteniendo estos, los más altos en cuanto al peso de raíz.

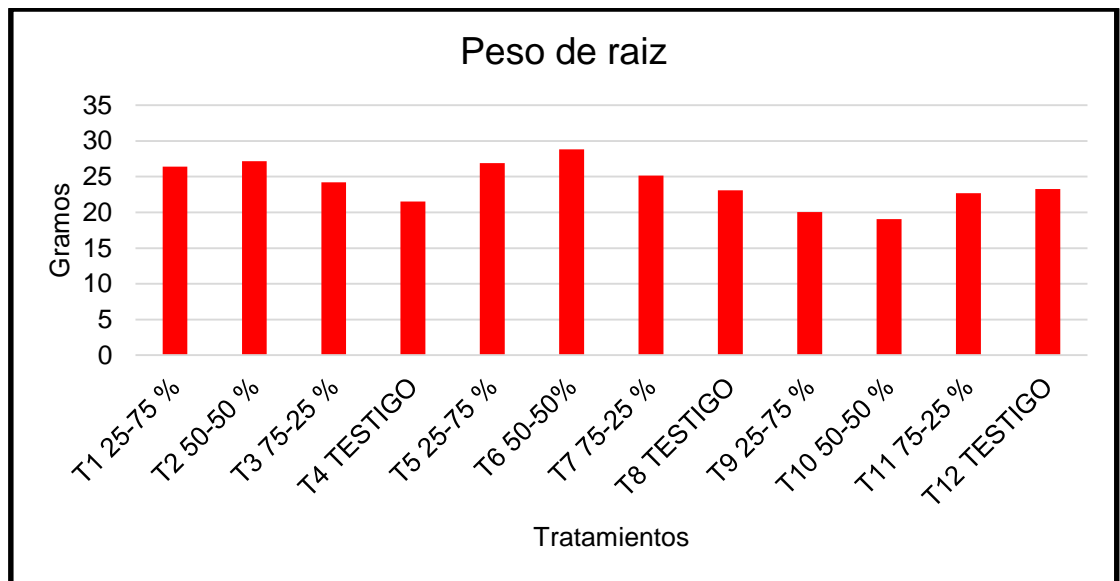


Figura 12. Respuesta de la variable peso de raíz, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Peso de tallo

En cuanto a esta variable se refleja gráficamente en la Figura 13 que el T1 utilizando el producto Servi- agro se obtiene un peso de tallo de (80.905 g) siendo este tratamiento el peso más alto reflejado en la gráfica una dosis del 75 por ciento.

El T6 (70.695g) utilizando el Promotor, T2 (69.12g) utilizando Servi-agro, ambos con las dosis al 50 por ciento un peso poco variable.

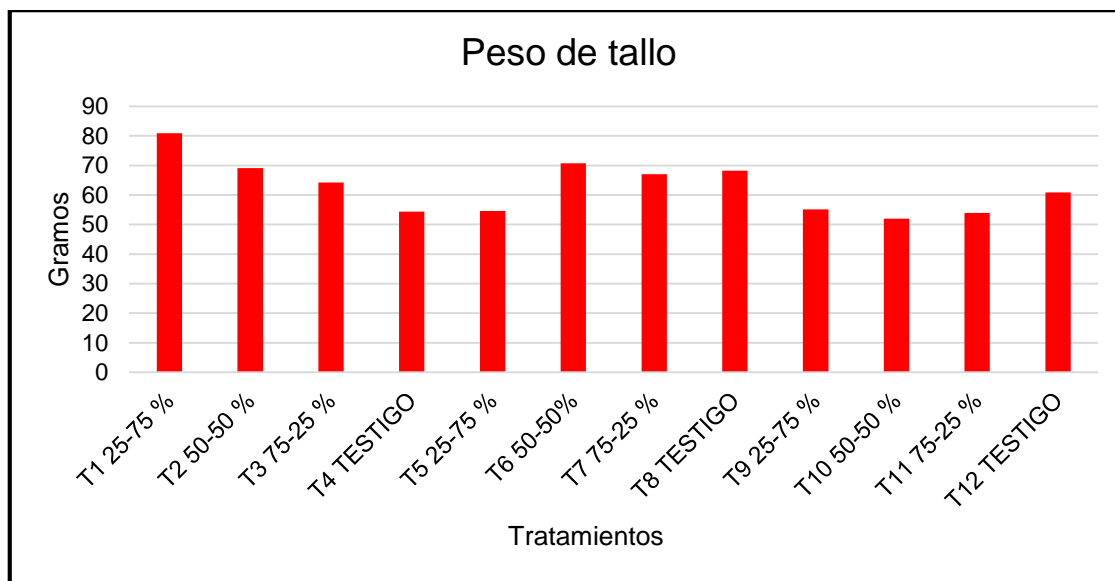


Figura 13. Respuesta de la variable peso de tallo, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Peso de espiga

Gráficamente se reflejan en la Figura 14 el peso de la espiga más alto fue al 25 por ciento de fertilización foliar el T11 aplicando Regufol con un peso de (22.37 g), este siendo una respuesta positiva con buenos resultados, podemos decir este producto influye a obtener un buen rendimiento.

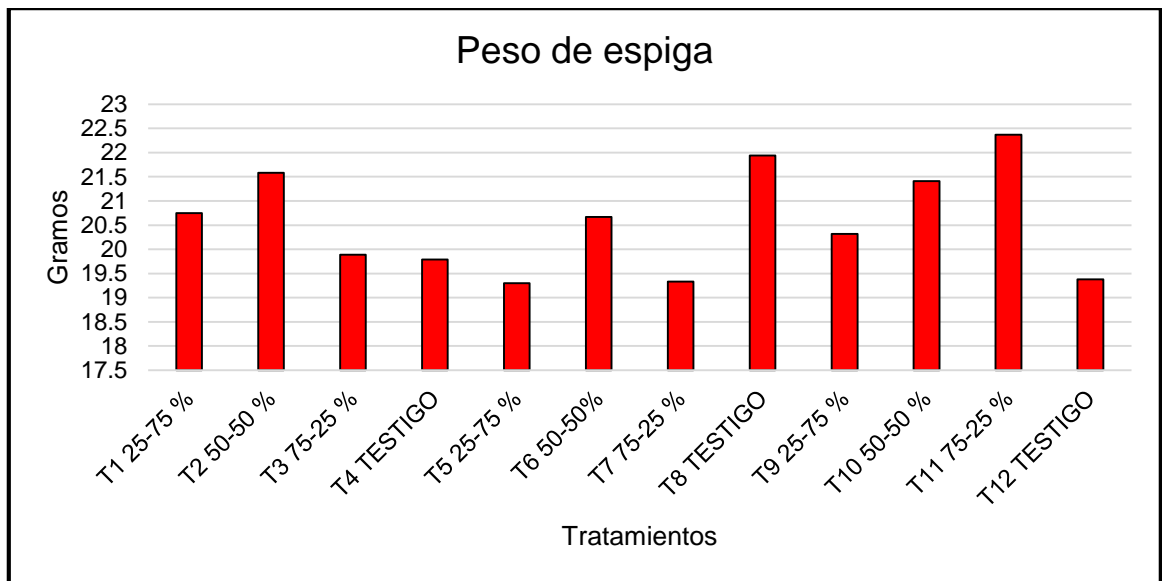


Figura 14. Respuesta de la variable peso de espiga, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Peso de panoja

En cuanto a los datos obtenidos de esta variable de acuerdo a los pesos se muestran gráficamente en la Figura 15, podemos distinguir la diferencia entre los tratamientos y la respuesta, el mejor es Promotor aplicando una dosis del 50 por ciento obteniendo un peso de panoja en gramos de 159.9 T6, siendo el mejor de los pesos obtenidos, este tratamiento superó al testigo.

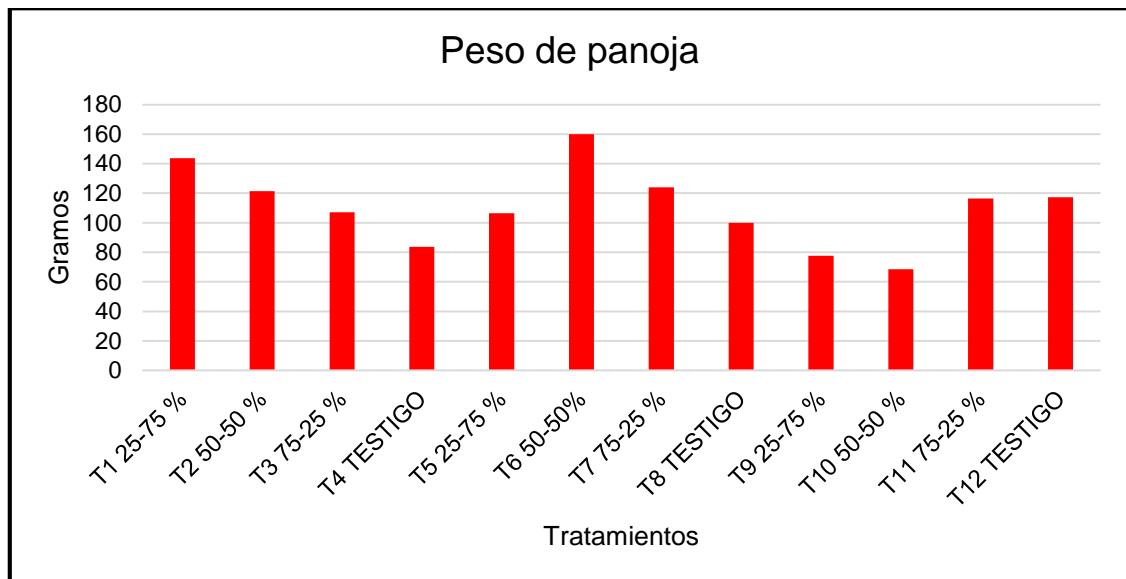


Figura 15. Respuesta de la variable peso de panoja, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

Longitud de panoja

En la Figura 16 podemos ver gráficamente los resultados obtenidos en las mediciones de las variables en cuanto a la longitud de la panoja, por cada tratamiento.

En este caso el Testigo con un 100 por ciento de fertilización de fondo, obtuvo una longitud de 28 centímetros y el T7 a una dosis de 25 por ciento utilizando el fertilizante foliar Promotor con una longitud de 27 centímetros se obtuvieron resultados positivos y poco variables en cuanto a la medición de la panoja. Esto quiere decir que utilizando una dosis de fertilización foliar y reduciendo fuentes al suelo se puede obtener un resultado positivo.

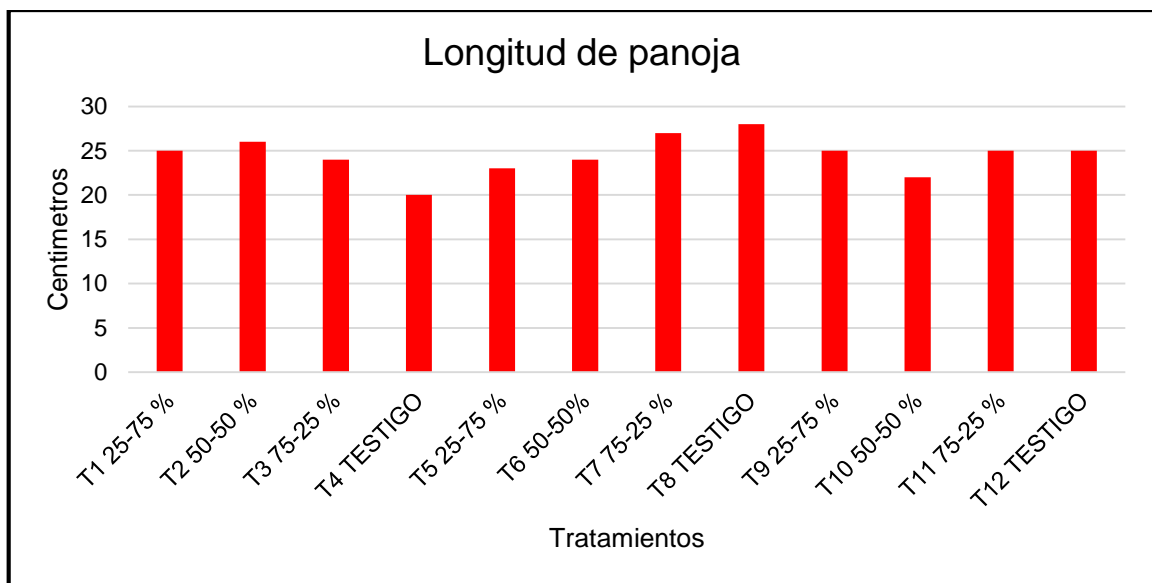


Figura 16. Respuesta de la variable longitud de panoja, en las diferentes dosis de fertilización foliar de sorgo amargo en Santa Cruz de la Soledad, Chapala, Jalisco (2013).

CONCLUSIÓN

Con base al objetivo planteado y los resultados obtenidos en este trabajo se concluye. Al realizar el análisis de varianza para variables evaluadas se encontraron que los productos Servi- agro, Promotor y Regufol no tienen diferencias significativas, esto quiere decir que se comportan igual. La interacción de los productos más dosis foliar, hay una respuesta altamente significativa los resultados son aceptables ya que marca el reducir la fertilización de fondo. En cuanto a la comparación de medias, factor dosis hay una respuesta altamente significativa.

Los resultados obtenidos sugieren reducir la fertilización de fondo, por lo que es aceptable la hipótesis planteada al reducir las aplicaciones al suelo buscando la dosis al 25 por ciento, siendo el más adecuado para este cultivo.

LITERATURA CITADA

- Barberis Noelia, Sánchez Carina. Julio 2013, Investigadores INTA EEA Manfredi – Economía. Informe de cultivo de sorgo: evolución y perspectivas. Un análisis de las estadísticas.
- Barreiro Perera Mario.1991. El sorgo Mexicano: entre la autosuficiencia y la dependencia externa.
- Bruggers, RL; y Jaeger, MM. 1982. Bird pests and crop protection strategies for cereals of the semi-arid African tropics. In: ICRISAT. (1982). Sorghum in the eighties: proc. Int. symp. On sorghum, ICRISAT, India.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova,” S.V). 2007. (Guía Técnica) del Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). La Libertad El Salvador, 38 p
- Colazo, J.; Garay, J.; Veneciano, J. 2012. El cultivo de sorgo en San Luis. Villa Mercedes, San Luis (AR): Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Información Técnica No. 183, 117 p. (ISSN 0327-425X).
- Compton, LP 1990. Agronomía del Sorgo. San Andrés. CENTA. El Salvador. 97-104 p.
- Cooke G.W. 1964. Fertilizantes y sus usos. Editorial Continental, S.A. México, D.F.
- FAO. 1997. La economía del sorgo y del mijo en el mundo: hechos, tendencias y perspectivas. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación.
- FINANCIERA RURAL. 2011 Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial/ Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial Junio 2011 Monografía del Sorgo Grano.
- Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlín. 1985.
- García Valdes Juan José.1995. Problemática asociada con la producción de Sorgo en la Zona Norte de Tamaulipas. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hasso, V.E, 1978. Memoria de la mesa redonda sobre plagas del suelo. Sociedad Mexicana de Entomología, Jalisco.

- Hughes, H.D., M.E. HEART Y D.S. Metcalfe. 1966. Forrajes. 8 edición. CECSA, México.
- INEGI El sorgo en Tamaulipas: Censo Agropecuario 2007 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2013.
- I.N.I.A., 1985. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). Sorgo de riego para el altiplano de Zacatecas. Folleto N. 4 México.
- INIFAP. Medina Santiago et al. 2006. Tecnología para producir sorgo en el centro y sur de Jalisco. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1969. Reunión técnica sobre programación de investigación en maíz y sorgo de grano para América central. Dirección regional del IICA para la zona norte, Guatemala.
- Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco. 2012. ITEJ; con base en: Geología, Edafología SII y Uso de Suelo y Vegetación SIV, esc. 1:250,000, INEGI. Clima, CONABIO. Tomo 1 Geografía y Medio Ambiente de la Enciclopedia Temática Digital de Jalisco. MDE y MDT del conjunto de datos vectoriales, esc. 1:50,000, INEGI. Mapa General del Estado de Jalisco.
- Kovacs, G 1986. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. pp. 26-43. In: A. Alexander. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlín.
- Lesur Luis. 2006. Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola: una guía paso a paso. México. Editorial Trillas, .S.A de C.V (ISBN 968-24-7534-1).
- N. Agrios George. 1987. Fitopatología. Segunda edición. Ejemplar 10.
- Naranjo José Martin. 2011. El cultivo del sorgo (*sorghum vulgare*) como una alternativa medicinal y alimenticia. Republica Bolivariana de Venezuela. Ministerio del poder popular para la Educación Superior. Universidad Bolivariana de Venezuela.
- Pérez, A. & Hernández, A. 2009. Empleo de forrajeras proteicas y sorgo energético en la dieta porcina. Conferencia dictada en el Taller Regional sobre alimentación porcina. Matanzas, Cuba. (s.p.).
- Pérez, A.; Saucedo, O.; Iglesias, J.; Wencomo, HB.; Reyes, F.; Oquendo, G.; Milián I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo. ISSN 0864-0394 Pastos y Forrajes.

- Pineda, L. 1999. Cultivo del sorgo. Guía tecnológica 5. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Managua, Nicaragua 24 p.
- Robles S., R 1990. Producción de granos y forrajes. 5 edición. Editorial Limusa. México. 663 p.
- Rodríguez Tijerina Ramón. 1986. Principales Plagas Insectiles en el cultivo de Sorgo para Grano, Sorghum Bicolor. Monografía. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ruiz Corral José Ariel, Medina G Guillermo, González Irma Julieta, Ortiz Ceferino, Flores I Hugo, Martínez Ramón y Byerly Keir. 1999 .Instituto nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP).Requerimientos agroecológicos de cultivos.
- R.V Tamhane et al .1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana, S.A de C.V. México D.F. (ISBN 968-13-0278-8).
- Saucedo, O.M. 2008. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara, Cuba.
- Semillas Rica S.A de C.V. <http://www.semillasrica.com/> Octubre, 2004.
- SIGA. 2014. Sistema de información geográfica del agua del estado de Jalisco. Noviembre
- Trinidad Santos Antonio, Aguilar Manjarrez Diana. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Foliar Fertilization, an Important Enhancing for the Crop Yield.
- Tocagni Héctor.1982. El sorgo. Editorial albastros, SACI. Buenos Aires, Republica de Argentina.
- Teuscher Henry, Adler Rudolph, P. Seaton Jerome. 1965. The soil and its fertility. El suelo y su fertilidad. Compañía editorial continental S.A de C.V. México, D.F. Library of Congress Catalog Card N. (60-12551).
- USDA. United States Department of Agriculture. 2013. Foreign Agricultural Service Production, Supply and Distribution Online. Washington (EU).
- Velásquez Valle Rodolfo, Narro Sánchez Jesús, Torres Montalvo Heriberto. 2001. Diseminación Inicial del Cornezuelo (*Claviceps africana*) de Sorgo en México Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 19, núm. 1. ISSN (Versión impresa): 0185-3309.

Villeda Castillo Dora Antonia .2014. Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con bajo contenido de lignina. Universidad el Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas Escuela de Posgrado y Educación continúa.

Zeledón Humberto Salvador, Hernández Máximo Antonio, Ayala Moran Jaime Ernesto, Guzmán de Serrano Reina Flor, Borja Carlos Armando, Alvarado de torres Margarita, Calderón Vilma Ruth.2007.Guía técnica del sorgo. Ministerio de agricultura y ganadería. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Primera edición, CENTA, San Andrés.

ANEXOS

- **Tablas A1.** Medias análisis de varianza

| Tabla de medias del factor A | |
|-------------------------------------|--------------------|
| Factor A | Rendimiento |
| Serviagro | 8.514 |
| Promotor | 8.502 |
| Regufol | 8.216 |

| Tabla de medias del factor B | |
|-------------------------------------|--------------------|
| Factor B | Rendimiento |
| 25%-75% | 6.666 |
| 50%-50% | 8.263 |
| 75%-25% | 9.652 |
| Testigo | 9.061 |

- **Tablas A2.** Medias DMS

| DMS "A" | |
|-----------------|----------|
| Factor A | a |
| Serviagro | 8.515 |
| Promotor | 8.502 |
| Regufol | 8.216 |

| DMS "B" | | |
|-------------------------------|----|----------|
| Dosis de fertilización | | |
| 75%-25% | b3 | 9.652 a |
| Testigo | b4 | 9.062 ab |
| 50%-50% | b2 | 8.263 b |
| 25%-75% | b1 | 6.666 c |

| Tabla de medias de tratamientos AB | | | | |
|------------------------------------|----------|---------|---------|---------|
| Factor A | Factor B | | | |
| | 25%-75% | 50%-50% | 75%-25% | Testigo |
| Serviagro | 7.552 | 8.750 | 8.697 | 9.059 |
| Promotor | 7.552 | 7.072 | 10.104 | 8.385 |
| Regufol | 4.895 | 8.072 | 10.156 | 9.739 |

- **Tablas A3.** Promedio de variables

| Sorgo amargo | |
|--------------|---------------------|
| TRATAMIENTO | ALTURA DE LA PLANTA |
| T1 25-75 % | 153 |
| T2 50-50 % | 165 |
| T3 75-25 % | 179 |
| T4 TESTIGO | 173 |
| T5 25-75 % | 174 |
| T6 50-50% | 168 |
| T7 75-25 % | 169 |
| T8 TESTIGO | 165 |
| T9 25-75 % | 172 |
| T10 50-50 % | 171 |
| T11 75-25 % | 172 |
| T12 TESTIGO | 173 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|--------------------------|
| TRATAMIENTO | Nº RAICES DE ADVENTICIAS |
| T1 25-75 % | 14 |
| T2 50-50 % | 13.5 |
| T3 75-25 % | 13.5 |
| T4 TESTIGO | 12 |
| T5 25-75 % | 13.5 |
| T6 50-50% | 16.5 |
| T7 75-25 % | 12 |
| T8 TESTIGO | 13.5 |
| T9 25-75 % | 12 |
| T10 50-50 % | 8.5 |
| T11 75-25 % | 12 |
| T12 TESTIGO | 13 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|-----------------------|
| TRATAMIENTO | Nº RACICES DE ANCLAJE |
| T1 25-75 % | 19.5 |
| T2 50-50 % | 17 |
| T3 75-25 % | 14.5 |
| T4 TESTIGO | 14 |
| T5 25-75 % | 14 |
| T6 50-50% | 18 |
| T7 75-25 % | 14 |
| T8 TESTIGO | 16.5 |
| T9 25-75 % | 13.5 |
| T10 50-50 % | 13.5 |
| T11 75-25 % | 16 |
| T12 TESTIGO | 13.5 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|----------------------------|
| TRATAMIENTO | LARGO DE RAICES DE ANCLAJE |
| T1 25-75 % | 22.6 |
| T2 50-50 % | 23 |
| T3 75-25 % | 26.05 |
| T4 TESTIGO | 20.6 |
| T5 25-75 % | 21.4 |
| T6 50-50% | 27.05 |
| T7 75-25 % | 18.8 |
| T8 TESTIGO | 23.1 |
| T9 25-75 % | 19.5 |
| T10 50-50 % | 21.85 |
| T11 75-25 % | 26.25 |
| T12 TESTIGO | 22.65 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|--------------------------|
| TRATAMIENTO | Nº RAICES DE ADVENTICIAS |
| T1 25-75 % | 14 |
| T2 50-50 % | 13.5 |
| T3 75-25 % | 13.5 |
| T4 TESTIGO | 12 |
| T5 25-75 % | 13.5 |
| T6 50-50% | 16.5 |
| T7 75-25 % | 12 |
| T8 TESTIGO | 13.5 |
| T9 25-75 % | 12 |
| T10 50-50 % | 8.5 |
| T11 75-25 % | 12 |
| T12 TESTIGO | 13 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|-----------------|
| TRATAMIENTO | GROSOR DE TALLO |
| T1 25-75 % | 1.85 |
| T2 50-50 % | 1.9 |
| T3 75-25 % | 1.5 |
| T4 TESTIGO | 1.35 |
| T5 25-75 % | 1.55 |
| T6 50-50% | 1.8 |
| T7 75-25 % | 1.8 |
| T8 TESTIGO | 1.55 |
| T9 25-75 % | 1.75 |
| T10 50-50 % | 1.55 |
| T11 75-25 % | 1.95 |
| T12 TESTIGO | 1.95 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|--------------|
| TRATAMIENTO | PESO DE RAIZ |
| T1 25-75 % | 26.385 |
| T2 50-50 % | 27.16 |
| T3 75-25 % | 24.21 |
| T4 TESTIGO | 21.52 |
| T5 25-75 % | 26.885 |
| T6 50-50% | 28.825 |
| T7 75-25 % | 25.155 |
| T8 TESTIGO | 23.085 |
| T9 25-75 % | 20.045 |
| T10 50-50 % | 19.055 |
| T11 75-25 % | 22.7 |
| T12 TESTIGO | 23.25 |

| Sorgo amargo | |
|--------------|---------------|
| TRATAMIENTO | PESO DE TALLO |
| T1 25-75 % | 80.905 |
| T2 50-50 % | 69.12 |
| T3 75-25 % | 64.23 |
| T4 TESTIGO | 54.37 |
| T5 25-75 % | 54.535 |
| T6 50-50% | 70.695 |
| T7 75-25 % | 67.085 |
| T8 TESTIGO | 68.2 |
| T9 25-75 % | 55.125 |
| T10 50-50 % | 52.035 |
| T11 75-25 % | 53.98 |
| T12 TESTIGO | 60.865 |

| Sorgo amargo | |
|---------------------|-----------------------|
| TRATAMIENTO | PESO DE ESPIGA |
| T1 25-75 % | 20.75 |
| T2 50-50 % | 21.58 |
| T3 75-25 % | 19.89 |
| T4 TESTIGO | 19.79 |
| T5 25-75 % | 19.3 |
| T6 50-50% | 20.67 |
| T7 75-25 % | 19.33 |
| T8 TESTIGO | 21.94 |
| T9 25-75 % | 20.32 |
| T10 50-50 % | 21.41 |
| T11 75-25 % | 22.37 |
| T12 TESTIGO | 19.38 |

| Sorgo amargo | |
|---------------------|-----------------------|
| TRATAMIENTO | PESO DE PANOJA |
| T1 25-75 % | 143.68 |
| T2 50-50 % | 121.32 |
| T3 75-25 % | 107.15 |
| T4 TESTIGO | 83.6 |
| T5 25-75 % | 106.44 |
| T6 50-50% | 159.9 |
| T7 75-25 % | 124.06 |
| T8 TESTIGO | 100.05 |
| T9 25-75 % | 77.66 |
| T10 50-50 % | 68.64 |
| T11 75-25 % | 116.5 |
| T12 TESTIGO | 117.33 |

| Sorgo amargo "Tordo" | |
|-----------------------------|------------------------|
| TRATAMIENTO | LARGO DE PANOJA |
| T1 25-75 % | 25 |
| T2 50-50 % | 26 |
| T3 75-25 % | 24 |
| T4 TESTIGO | 20 |
| T5 25-75 % | 23 |
| T6 50-50% | 24 |
| T7 75-25 % | 27 |
| T8 TESTIGO | 28 |
| T9 25-75 % | 25 |
| T10 50-50 % | 22 |
| T11 75-25 % | 25 |
| T12 TESTIGO | 25 |

• **Tabla A4.** Promedio totales toneladas/ hectárea

| SORGO AMARGO "TORDO" SEMILLA RICA | | | | | |
|--|-----------|-----------|-------------------|--------------|---------------|
| | | | KG/ 6.4 M2 | KG/HA | TON/HA |
| SERVIAGRO | | R1 | 6.2 | 9687.5 | 9.6875 |
| | T1 25-75% | R2 | 5.5 | 8593.75 | 8.59375 |
| | | R3 | 2.8 | 4375 | 4.375 |
| | | R1 | 6.4 | 10000 | 10 |
| | T2 50-50% | R2 | 5.9 | 9218.75 | 9.21875 |
| | | R3 | 4.5 | 7031.25 | 7.03125 |
| | | R1 | 6.6 | 10312.5 | 10.3125 |
| | T3 75-25% | R2 | 5.7 | 8906.25 | 8.90625 |
| | | R3 | 4.4 | 6875 | 6.875 |
| | | R1 | 7 | 10937.5 | 10.9375 |
| | TESTIGO | R2 | 6 | 9375 | 9.375 |
| | | R3 | 4.4 | 6875 | 6.875 |
| PROMOTOR | | R1 | 5 | 7812.5 | 7.8125 |
| | T1 25-75% | R2 | 6.4 | 10000 | 10 |
| | | R3 | 3.1 | 4843.75 | 4.84375 |
| | | R1 | 5 | 7812.5 | 7.8125 |
| | T2 50-50% | R2 | 6.5 | 10156.25 | 10.15625 |
| | | R3 | 3.8 | 5937.5 | 5.9375 |
| | | R1 | 6.8 | 10625 | 10.625 |
| | T3 75-25% | R2 | 7.2 | 11250 | 11.25 |
| | | R3 | 5.4 | 8437.5 | 8.4375 |
| | | R1 | 5.2 | 8125 | 8.125 |
| | TESTIGO | R2 | 5.4 | 8437.5 | 8.4375 |
| | | R3 | 5.5 | 8593.75 | 8.59375 |
| REGUFOL | | R1 | 2.3 | 3593.75 | 3.59375 |
| | T1 25-75% | R2 | 3.6 | 5625 | 5.625 |
| | | R3 | 3.5 | 5468.75 | 5.46875 |
| | | R1 | 5.6 | 8750 | 8.75 |
| | T2 50-50% | R2 | 5 | 7812.5 | 7.8125 |
| | | R3 | 4.9 | 7656.25 | 7.65625 |
| | | R1 | 7.2 | 11250 | 11.25 |
| | T3 75-25% | R2 | 6.4 | 10000 | 10 |
| | | R3 | 5.9 | 9218.75 | 9.21875 |
| | | R1 | 6.8 | 10625 | 10.625 |
| | TESTIGO | R2 | 5.6 | 8750 | 8.75 |
| | | R3 | 6.3 | 9843.75 | 9.84375 |