

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO “

**DIVISION DE INGENIERIA DE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



La fertilización foliar como un mecanismo de la disminución de las dosis de fertilización en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Por:

HUGO ANDULIO MÉNDEZ MÉNDEZ

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México marzo de 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

La fertilización foliar como un mecanismo de la disminución de las dosis de fertilización en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

POR

Hugo Andulio Méndez Méndez

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

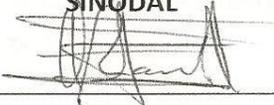
Ingeniero Agrícola y Ambiental

APROBADA
ASESOR PRINCIPAL



Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

SINODAL



Dr. Emilio Rascón Alvarado

SINODAL



Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo del 2012.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS.

Gracias dios, por darme esta vida tan maravillosa, por haberme concedido terminar mi carrera profesional, también quiero agradecerle por darme una familia maravillosa, y por guiarme siempre en el camino correcto.

A mi ALMA TERRA MATER,

La “Universidad Autónoma Agraria Antonio narro” por brindarme un lugar para poder realizar mis estudios y prepararme como profesionista, estoy muy orgulloso de mi universidad por ser mi segunda casa y me siento feliz de ser un egresado de la Narro.

A mi asesor Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza, Quiero agradecerle por todo el apoyo brindado y conocimiento y sobre todo su tiempo para poder llevar acabo este trabajo de investigación, por haberme asesorado para la realización de mi tesis, y motivación durante la elaboración del presente trabajo, por confiar en mí y en particular por ofrecerme su amistad incondicional.

Al Dr. Emilio Rascón Alvarado, por apoyarme en la revisión de literatura, gracias por su amistad, por su extraordinario apoyo, compromiso y colaboración en la elaboración de esta tesis.

Mc. Juan Manuel Cepeda Dovala, Gracias por su ayuda brindada para realizar este trabajo y asesorarme en la revisión de mi literatura, por haber aceptado ser mi asesor de tesis.

Dr. Víctor Manuel Zamora villa, por su apoyo en la elaboración de este trabajo, por facilitarme todos los medios necesarios para el buen desarrollo de esta tesis. Agradezco al Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Al Ing. Rodolfo Monrreal, Por apoyarme con el área experimental donde se llevo la realización del presente trabajo por todo su apoyo brindado y pues también quiero agradecer el apoyo brindado al, Ing. Martin y todos sus compañeros de trabajo por el apoyo en la preparación del terreno así como también en la siembra del cultivo, les agradezco por todo sus apoyo.

A mis Compañeros de Generación.

Romairo, Eliel, Juan Carlos, Pablo de Jesús, José Fermín, Arbeis, Daniel, Celso Darinel, Jairo, José Miguel y Artemio, (FEFA) les doy las gracias por todo el apoyo brindado, y por brindarme su sincera amistad. Les deseo lo mejor en la vida, dios me los bendiga y me los lleve por buen camino donde quiera que estén.

A la Empresa Fertirramos, Gracias por la generosidad y atención mostradas en la elaboración del presente trabajo investigación realizado, apoyando de principio a fin.

A la Lic. Guadalupe Lucía Barrera Valdez, Gracias por su apoyo en los trabajos que se realizó en el laboratorio del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Con todo el amor y cariño del mundo para las personas que más amo, admiro y respeto en mi vida:

A mis Padres:

Sra. Carmelina Méndez y Sr. Domingo Méndez

Con mucho cariño a ti madre por tu ternura y comprensión por todo el amor y sacrificio que haz hecho por mi, eres el ser mas maravilloso de este mundo gracias a ti soy lo que soy, porque de una u otra manera tu ejemplo me llevo a ser la persona respetuosa y humilde que ustedes quisieron, gracias por todo el apoyo moral, social y económico, por estar con migo en todos

los momentos buenos y malos de mi vida, por brindarme todos aquellos consejos. Gracias por creer en mí, los quiero mucho.

A mis Hermanos:

Guadalupe, Eva, Claudia y fabi, Por todos los bellos momentos que hemos pasado juntos, por apoyarme moralmente en todos los momentos difíciles, por sus consejos que me han dado, por haber puesto su confianza en mí y hoy les dedico este humilde trabajo a ustedes hermanos y no quiero olvidar a dos hermanitos mas que dios me regalo Jhovani y José Edgar siempre contaran con migo los quiero a todos.

A mis tíos.

Guadalupe, José, Armando y Juana que siempre han estado conmigo en los momentos en que papá y mamá no estuvieron gracias por ser parte de mi linda familia.

A mis Abuelos.

Enrique y Roselia, Por todos sus sabios consejos que me brindaron y que nunca olvidare, por todas sus bendiciones y consejos que me han inculcado, y que me han servido mucho para formarme profesionalmente, que diosito me los bendiga y me los siga conservando por mucho tiempo con nosotros.

A mi otra familia:

A Javier López Gómez y Luciana González Álvarez, que llegaron a mi vida en un momento inesperado y que se han convertido en mis amigos, confidentes y como mis segundos padres los quiero mucho y les agradezco por todo el apoyo y consejo brindado a este humilde servidor.

A mi niña linda: gracias ELIZABETH LÓPEZ GONZÁLEZ por tu amor y comprensión en este tiempo de relación que Dios bendiga por siempre nuestra relación y colme de bendiciones cada uno de nuestros pasos, te amo.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| <i>DEDICATORIA</i> | iii |
| INDICE DE CUADROS..... | viii |
| INDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | x |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVOS..... | 2 |
| HIPOTESIS..... | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| Importancia internacional..... | 3 |
| Consumo per cápita de trigo internacional..... | 4 |
| Volumen y valor del consumo internacional..... | 5 |
| Importancia nacional..... | 5 |
| Origen y taxonomía del trigo..... | 6 |
| Taxonomía..... | 7 |
| Botánica..... | 8 |
| Raíz..... | 8 |
| Tallo..... | 8 |
| Hojas..... | 9 |
| Inflorescencia..... | 9 |
| Flor..... | 9 |
| Espiga..... | 9 |
| Grano..... | 10 |
| Requerimientos de Clima..... | 10 |
| Requerimientos de Suelo..... | 11 |
| Requerimiento de Agua..... | 12 |
| Fertilización..... | 13 |
| Nitrógeno..... | 14 |
| Fosforo..... | 15 |

| | |
|--|-----------|
| Potasio..... | 17 |
| FERTILIZACION FOLIAR..... | 17 |
| Antecedentes y/o historia..... | 17 |
| USO DE FERTILIZANTES GRANULADOS..... | 22 |
| Urea..... | 22 |
| Sulfato de Amonio:..... | 22 |
| Nitrato Amonio:..... | 23 |
| Nitrato de Calcio:..... | 23 |
| Nitrato de Potasio:..... | 23 |
| Cloruro de Potasio:..... | 23 |
| IMPLICACIONES DE LA GLOBALIZACIÓN PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO DE TRIGO EN MÉXICO..... | 24 |
| La Producción de Trigo en México..... | 24 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 26 |
| Ubicación del campo experimental..... | 26 |
| CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL..... | 26 |
| Clima..... | 26 |
| Suelos..... | 29 |
| Vegetación..... | 30 |
| Topografía..... | 30 |
| Siembra..... | 30 |
| Fuentes empleadas..... | 30 |
| Productos Foliare..... | 31 |
| Fertilización..... | 31 |
| Fertilización foliar..... | 31 |
| Niveles de exploración..... | 34 |
| Dosis de fertilizante de fondo..... | 34 |
| Dosis de fertilizante foliar..... | 34 |
| Tratamientos..... | 36 |
| Fecha de riego y cosecha..... | 37 |
| Variable de evaluación..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| Altura de Planta | 37 |
| Diámetro de macollo..... | 37 |
| Longitud de raíz (cm)..... | 38 |
| Numero de tallos | 38 |
| Peso de la Planta | 38 |
| Peso raíz | 38 |
| Análisis de Crecimiento | 38 |
| Rendimiento | 39 |
| Numero de espigas | 39 |
| Siembra | 39 |
| Metodología experimental..... | 40 |
| Diseño experimentales | 40 |
| • Bloques Completos al Azar | 40 |
| • Modelo Estadístico..... | 40 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES | 41 |
| V. CONCLUSIONES..... | 53 |
| VI. LITERATURA CITADA..... | 54 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 3.1. Datos climatológicos normales obtenidos en la estación agrometeorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila Lat. 25°23' N, Log. 101°02' WG Alt. 1743 msnm durante el periodo de observación 1968 – 1997(Departamento de Agrometeorología)..... | 27 |
| Cuadro 4.1. Cuadros medios y significancia de los análisis de varianza para cada variable evaluada en diferentes dosis de fertilizantes foliares aplicados en el cultivo de trigo AN-239 en Buenavista, Saltillo 2010. | 41 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 3.1. Climograma para la región de estudio UAAAN..... | 28 |
| Figura 4.1. Muestra el rendimiento por ton/has de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010. | 42 |
| Figura 4.2. Muestra el peso de raíz representada en gramos de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010..... | 43 |
| Figura 4.3. Muestra el peso de planta representada en gramos de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010..... | 45 |
| Figura 4.4. Muestra el numero de espigas de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010. | 47 |
| Figura 4.5. Respuesta de la variable de altura de planta en las diferentes dosis de fertilización de la variedad de trigo Narro-95 en Buenavista Saltillo 2010..... | 48 |
| Figura 4.6. Respuesta de la variable diámetro de tallos en (mm) en la aplicación de diferente dosis de fertilización foliar en el cultivo de trigo Narro-239, en Saltillo Coahuila 2010..... | 50 |
| Figura 4.7. Respuesta de la variable longitud de raíz en (cm), en la aplicación de diferente dosis de fertilización foliar en el cultivo de trigo Narro-95, en Saltillo Coahuila 2010. | 51 |
| Figura 4.8. Muestra el numero de tallos de trigo variedad Narro-239 producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010. | 52 |

RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo durante el ciclo primavera-verano del 2010, en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México a una latitud entre los paralelos 25° 23' Norte una Longitud oeste de 101° 00' y a una altitud de 1743 metros sobre el nivel del mar. El objetivo fue buscar nuevas alternativas para reducir el abonado de fondo sustituyéndolo por fertilización foliar, en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) de la variedad AN-239, proporcionada por el departamento de cereales de la UAAAN. Se tuvieron 13 tratamientos con 3 repeticiones cada una con un arreglo factorial bloques completos al azar. Las variables evaluadas son: rendimiento, peso de raíz, peso de planta, numero de espigas, longitud de planta, longitud de raíz, diámetro de macollo y numero de tallos por macollo, las variables de rendimiento y numero de espigas se realizaron muestras de 1 m². Los resultados obtenidos tuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos y los productos evaluados se comportaron de una manera positiva con respecto al testigo.

Palabras claves: trigo, rendimiento, fertilización foliar

I. INTRODUCCION

El trigo es el cultivo con mayor superficie destinada a la producción mundial y el volumen de su cosecha es mayor que el de cualquier otro alimento (Solís y Rodríguez, 2000). Dentro de los cultivos cerealícolas, el trigo (*Triticum* sp) es por la superficie que se destina a su producción, el cereal más extendido en nuestro planeta con aproximadamente 240 millones de hectáreas, y aun cuando potencialmente el maíz rinde más que el trigo, también este último ocupa el primer lugar en producción con 425 millones de toneladas (Hanson et al 1985).

Reportes más recientes mencionan que la producción mundial supera los 579 millones de toneladas (Solís y Rodríguez, 2000). Lo anterior obedece que este cereal es de gran consumo por la humanidad y a que presenta un amplio rango de adaptación. Su producción se ubica principalmente en lugares de clima templado y frío debido a que es un cultivo resistente a bajas temperaturas.

En México el cultivo del trigo ocupa el tercer lugar en cuanto a volumen de producción de granos después del maíz y el sorgo. El 75 por ciento de la producción se obtiene en condiciones de riego y el 25 por ciento restante en temporal.

Según parece el uso de fertilizantes continúa ganando impulso debido a la gran demanda de los mismos, ya que la mayoría de los suelos de México, requieren nutrimentos para producir una buena cosecha de trigo o de cualquier otro cultivo.

Es muy importante para aumentar la producción en México de todos los cultivos, tomar consideración la relación existente entre los rendimientos y las

cantidades de nutrimentos con que contaron durante su desarrollo mediante la fertilización de los suelos. De acuerdo a esto se plantearon los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

- ❖ Buscar una respuesta aceptable en el cultivo para disminuir la fertilización de fondo aplicando fertilizantes foliares.
- ❖ Evaluar el rendimiento en la variedad de trigo AN-239 con diferentes dosis de fertilización foliar.

HIPOTESIS

Es posible reducir la fertilización de fondo con fertilización foliar y obtener buenos rendimientos en la producción de trigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Es considerado un alimento de consumo humano aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial destinado para piensos. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre. El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte, según SAGARPA (2002).

Importancia internacional

La producción mundial de trigo en el ciclo 2006-2007 se proyecta en 605. 21 millones de toneladas que aportaron en su mayoría países como China, Ucrania, La ex Unión Soviética, Australia y Brasil. Por otra parte, el consumo de trigo se proyecta en una alza mensual del 4 %, en donde china es el principal consumidor e importador, y sus reservas actuales representan el 25% del total de la producción.

El trigo es uno de los principales granos empleados para la alimentación, el cual junto con el maíz y el arroz, se producen en una gran cantidad de países. Las proyecciones recientes del instituto internacional de investigación para las políticas alimentarias (IFPRI por sus siglas en ingles), indican que para el año 2020 dos tercios del consumo mundial del trigo ocurrirá en los países de desarrollo, en donde se estima será necesario duplicar el nivel actual de sus importaciones de trigo.

La expectativa de incremento en la demanda es parcialmente motivada por el crecimiento poblacional pero también como resultado de la sustitución del arroz y otros cereales debidos a las expectativas de incremento en el ingreso de los pobladores en las áreas rurales. Lo anterior se basa en investigaciones que concluyen que cuando la población se mueve de un ingreso bajo un status de ingreso medio, el consumo per cápita de maíz y de arroz para su alimentación, disminuye, mientras el correspondiente al trigo tiende a verse incrementado. (Fundación Guanajuato produce A.C).

Consumo per cápita de trigo internacional

En China por ejemplo, se espera un incremento en el consumo de 83 kg anuales por habitante reportado en 1993 a 88 kg por año para el año 2020; por otra parte, en india se espera un incremento de aproximadamente 9 kg por persona, pasando de 55 a 64 kg anuales de consumo per cápita. Por la magnitud de la población de estos dos países, estos cambios sugieren un importante crecimiento en la demanda de trigo mundial.

En la actualidad el comportamiento en el consumo per cápita en el ámbito mundial se estima alrededor de 100 kg/año, considerando que el 71 % de la producción es destinada para el consumo humano.

Volumen y valor del consumo internacional

La producción promedio anual de trigo en el mundo se estima cercana a los 582 millones de toneladas. China produce el 19 %, Estados Unidos y la India el 11% respectivamente; Francia y Rusia el 6 % cada uno; Canadá y Australia el 4%, respectivamente. En conjunto, dichas naciones producen el 62% de la oferta mundial de trigo, concentrándose el 42% entre los primeros tres países productores.

Importancia nacional

La producción primaria de trigo en México se concentra principalmente en dos regiones del país, el noreste y el bajío. Los primeros con aproximadamente el 55% de total nacional entre los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa; y el 20 % de los que conforman la región bajío en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro. El principal ciclo agrícola para la producción de trigo corresponde al de otoño-invierno, en el cual destacan los estados de Sonora, Guanajuato, Baja California, Sinaloa, Michoacán, Chihuahua y Jalisco. En el ciclo de primavera-verano, los principales estados productores son Tlaxcala, México; Puebla; Hidalgo y Jalisco (fundación Guanajuato produce A.C.)

La superficie sembrada, el rendimiento unitario y la producción nacional del trigo en México durante el periodo 1925 a 1997 en donde se manifiesta un aumento de manera considerable, debido a la apertura de tierras irrigables en el noreste de nuestro país. El rendimiento unitario se incremento de esta manera espectacular como consecuencia de la siembra de variedades semi-enanas de alto rendimiento y mayor uso de fertilizantes. El aumento de la superficie y de la productividad se reflejo en 1957 en el logro de la autosuficiencia nacional y en 1985 en la cosecha record que sobrepaso los 5 millones de toneladas (Rodríguez, 1992)

Origen y taxonomía del trigo

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área y están emparentadas con el trigo. Desde oriente medio el cultivo del trigo se difundió en todas direcciones.

En origen citogenético del trigo, es de gran importancia, ya que constituye un ejemplo clásico de combinaciones naturales entre diferentes especies poliploides. De acuerdo con lo anterior las especies de *Triticum* se pueden clasificar en diploides, tetraploides y hexaploides, con números cromosómicos de $2n=14,28$ y 42 respectivamente, indicando que las especies tetraploides se originaron a partir de la cruce interespecífica y duplicación espontánea de dos cromosomas de dos especies diploides: *triticummonococcum*(AA) y *aegilops*speltoides (BB): esta cruce dio origen a los Emmertetraploides con la fórmula genómica AABB, el cual fue cultivado durante

miles de años. Esta especie en la actualidad incluye el cultivo de trigo duro. (*Triticum turgidum* L. $2n=28$) el trigo tetraploide posteriormente se cruzo con un zacate diploide (*Triticum tauschii* = Ae. *Squarrosa*) considerado como una maleza en muchas áreas trigueras, al igual que *Triticum cylindricum* encontrado en el oeste medio de los estados unidos para dar origen al trigo harinero hexaploide (*Triticum aestivum* L.)

Triticum aestivum (hexaploide) es la especie más cultivada en el mundo en la actualidad. Su harina es la más apropiada para la elaboración de pan. El trigo harinero comprende varios de miles de variedades que son adaptadas a una gran amplitud de ambientes agroecológicos y cultivados mundialmente.

Robles, (1983) menciona que si bien la producción de trigo a escala comercial internacional se localiza en países fríos y templados, se puede asegurar que todos los meses del año se produce trigo, ya que condiciones climatológicas de diferentes regiones permiten el cultivo, para la variación de las estaciones que se presentan en las diferentes latitudes.

Taxonomía

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (poaceae), siendo las variedades más cultivadas *triticum durum* y *T. compactum*. El trigo harinero hexaploide llamado *T. aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo.

Reino-----vegetal

División-----Tracheophyta

Clase-----Monocotyledoneae

Orden-----Glumifora

Familia-----graminaea (poaceae)

Tribu-----triticeae

Genero-----triticum

Especie-----aestivum

Botánica

El trigo como las demás gramíneas, es una monocotiledonea herbácea, compuesta esencialmente de raíz, tallo, hojas y espiga (Kent, 1987)

Raíz.

Su raíz es numerosa y fibrosa, se extiende sobre la superficie y su profundidad, va de acuerdo con las condiciones del suelo. En general se trata de un sistema radicular superficial.

Tallo.

Posee un tallo principal y varios secundarios llamados, macollos nacen del tallo principal. La altura del tallo oscila, según la variedad, de 0.60 m hasta 1.70 m.

Hojas

Estas nacen en el entrenudo y están formadas de dos partes principales que son la vaina y la lamina. La vaina se desarrolla como un tubo hacia arriba que va envolviendo el entrenudo. Las láminas de las distintas hojas son alternas y tienen forma lanceolada con una nevadura central. La longitud de las hojas depende de la posición sobre el tallo (Soldano, 1978)

Inflorescencia

Es una inflorescencia compuesta, que consta de un eje central llamado raquis, lleva las inflorescencias simples llamadas espiguillas y cada una de estas está envuelta de dos hojas de forma de cucharas llamadas glumas. La espiguilla se compone de un eje que lleva cuatro a cinco flores de las que tres o algunas veces cuatro, son fértiles.

Flor

La flor es hemafrodita, tiene dos estambres y dos estilos que llevan unidos estigmas plumosos. Todo el conjunto floral (ovario, estilo, estigma, estambres y lodiculos) está encerrado en una casilla floral llamada anterio formada por dos brácteas llamadas glumelas. La glumela inferior recibe el nombre de lamina y la superior de palea.

Espiga

Consta de un eje central llamado raquis el cual es formado de pequeños segmentos llamados artejos. La longitud del raquis puede oscilar entre siete y diez

centímetros, tiene de 10 a 20 artejos y puede llegar a 24 en algunos casos, y este es el mismo número de espiguillas en cada espiga.

Grano

Botánicamente hablando, el grano es un cariósido o fruto seco de forma ovoide, con una ranura en la parte ventral, estando la semilla bien adherida al fruto, se compone de epicarpio, mesocarpio, y endocarpio. Presenta una parte plana (vientre) y una parte dorsal bombeada. Prácticamente el grano de trigo se forma de tres partes; germen o embrión, endospermo y los distintos tegumentos.

Requerimientos de Clima

El trigo se cultiva principalmente en zonas templadas, sin embargo, las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas, a condición de que no exista alta humedad relativa. La temperatura óptima para el cultivo de trigo varía entre 15 y 31 ° C. Sin embargo la ideal depende de la etapa de desarrollo y de la variedad.

Las semillas y las plántulas de cereales de invierno soportan bien las temperaturas mínimas, el trigo es el cereal que más resiste, tanto a las temperaturas bajas como a las altas.

Caldwell (1984) menciona que la temperatura máxima para la germinación de la semilla del cultivo de trigo debe estar entre 0°C - 32°C. Sin embargo, si la

temperatura de la superficie del suelo rebasa este rango, la semilla no puede tener una buena germinación, (Tandon 1985). Por lo tanto, Sawders, (1990) menciona que las temperaturas altas reduce la humedad relativa y el microclima del cultivo, al incrementar la temperatura provoca una alta cantidad de producción de fotosintatos en la etapa obteniendo un mejor rendimiento, Rawson, (1988).

Requerimientos de Suelo.

El cultivo de trigo se puede desarrollar en suelos ligeros y pesados. Sin embargo para obtener una buena cosecha, es necesario que la condición física del suelo presente las siguientes características:

- Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo.
- Un perfil de tierra arable de unos 30 cm, para lograr un enraizamiento adecuado.
- Que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación y la aireación.
- Que contenga suficiente materia orgánica.

La textura del suelo, es también un factor importante, en suelos pesados, es decir, arcillosos, el cultivo de trigo rinde mejor.

Sawders (1990) señala que existe una disminución de la infiltración de agua en los suelos alcalinos, debido a la obstrucción de los poros del suelo, al descentralizar las arcillas y coloides compactos de la materia orgánica lo cual reduce, el rendimiento de trigo. Cuando la humedad de la superficie del suelo es excesiva en estas áreas, el sodio intercambiable mayor de 15 por ciento, es usado para tener mejor drenaje interno y además la adición de la materia orgánica, es útil en diferentes cultivos debido a que tiene diferentes tolerancias para la salinidad, el trigo es considerado tolerante a una salinidad moderada.

Westerman (1987) menciona que la extracción básica de cationes (Ca, Mg, K y Na) en forraje de trigo, grano y paja, aportan la acidez del suelo. No obstante, la descomposición de residuos de trigo en el suelo también resulta con acidificación de suelos.

Requerimiento de Agua.

Mascagni (1992), reporta que el agua del suelo en cantidades altas puede favorecer alto incidencia de enfermedades en el trigo, y provocar bajo rendimiento de grano. Sin embargo, Tisdale y Nelson (1970), el exceso de la humedad del suelo en cantidades grandes también afecta en la absorción de nutrientes en el cultivo de trigo, reduce el nivel de Oxígeno en el suelo, que promueve la desnitrificación del nitrato del suelo, además se detecta que el crecimiento del trigo se suspende cuando el oxígeno del suelo cae en un 10% del total. Los cuales pueden resultar en deficiencia de nitrógeno durante la época de crecimiento (Mascagni y Sable 1991);

Grieve, *et al* (1986); King y Evans (1987), mencionan que la humedad del suelo en condiciones de saturación puede restringir la densidad de la raíz del cultivo de trigo y la profundidad del enraizamiento.

Rex, *et al* (1987), concluyen que la nutrición adecuada es el factor principal para un uso eficiente y conservación del recurso agua. Claro está que si tenemos mayor humedad en la zona de raíces afectará la absorción de nutrientes y como consecuencia se tendrá un bajo rendimiento. No siempre es así, pero si está comprobado que existe falta de oxígeno en las fases radicales del cultivo. Sin embargo, Bayer (1980), reporta que en invierno el rendimiento del grano de trigo tiene correlación negativa entre el porcentaje de grano con el de proteína.

Fertilización

La absorción de los nutrimentos por parte de las plantas es muy selectiva y sigue reglas bien definidas. Si uno o más elementos minerales se encuentra en el suelo en cantidad insuficiente para asegurar el normal desarrollo de las plantas, el rendimiento final será reducido y a lo largo del ciclo vegetal se manifestarán claros síntomas de carencia. Distribuir en el suelo una determinada cantidad de abono ayuda a mantener a las plantas en un buen estado fisiológico y vegetativo (Bartolini, 1989).

- Ortiz y Ortiz (1990) mencionan que para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas los nutrimentos deben satisfacer las siguientes condiciones.

- Estar presente en forma aprovechable para las plantas,

- Estar presente en concentración óptima para el desarrollo de las plantas.

Esta condición es particularmente importante para los micronutrimentos que son requeridos en pequeñas cantidades.

Debe haber un balance adecuado entre la concentración de los diferentes nutrimentos solubles al suelo.

Sommer citado *por López (1990)* agrega que el balance de nutrimentos se puede establecer en un nivel alto; en un balance alto, la planta estará en condiciones de aprovechar más eficientemente otros recursos del ambiente, mientras que el balance bajo representara por sí mismo el factor limitante de la producción.

Nitrógeno.

Es el elemento que más frecuente se requiere en la producción de trigo. Es muy recomendable realizar un análisis de suelo para saber la cantidad de N disponible. Los resultados de estos análisis son interpretados de tal manera que se pueda utilizar el nitrógeno disponible acumulado en el perfil del suelo.

Si hay nitrógeno disponible en exceso, hay consecuencias negativas como son: la prolongación de la fase vegetativa, retraso de la maduración, disminución de la resistencia al frío y al acame y mayor sensibilidad a las enfermedades.

Los mayores rendimientos se logran cuando se aporta nitrógeno al comienzo del amacollado o durante el mismo y durante el crecimiento de los tallos. El aporte de nitrógeno demasiado temprano produce un exceso de espigas de reducido tamaño y estériles. El abonado tardío por su parte reduce la fertilidad de las espigas. Se estima que para una cosecha de 1000 kilos de grano la extracción de nitrógeno es de 24-31 kilos.

Las reservas de nitrógeno en trigos en invierno se estiman a finales de invierno y se suelen confirmar con exactitud por medio de análisis de nitrógeno; además el balance de nitrógeno en el suelo se ve afectado por las condiciones climatológicas en invierno, en particular por la temperatura en el horizonte más superior del suelo y por las precipitaciones.

Fosforo.

El trigo, bajo un estrés severo de fosforo, es más susceptible a verse afectado por temperatura excesivamente bajas. Este debe ser aplicado antes de la siembra y colocado en la zona de la raíz para una buena utilización. El fosforo favorece y anticipa la granación y madurez de la semilla: una abundancia de fosforo puede anticipar, hasta una semana, la cosecha de trigo. Las cenizas del grano de trigo contienen el 50% de P₂O₅. El fosforo endurece los tejidos dando más rigidez a la planta, mejorando la resistencia a las heladas, al acame; siendo además un elemento importante en la fecundación de la flor y la granazón. La deficiencia de fosforo se manifiesta por la coloración purpurea de las hojas y tallos.

El fósforo y el crecimiento inicial de trigo. Un pobre crecimiento inicial de trigo puede causar madurez retardada, aumento en la competencia de las malas hierbas, uso ineficiente de nitrógeno y más pérdida de suelo debido a la erosión. El fósforo es uno de los nutrientes más importantes para desarrollar un crecimiento temprano de trigo, especialmente en el clima fresco de fines de otoño, invierno y principios de primavera cuando el suelo está frío. El añadir fósforo aumenta el crecimiento temprano del trigo, con cantidades adecuadas de nitrógeno. Este mejoramiento en el crecimiento puede significar menos pérdida debido al clima frío de invierno, menos erosión y menos problemas de malas hierbas.

La madurez temprana que resulta de una buena nutrición de P es especialmente importante si va a sembrar otro cultivo inmediatamente después de la cosecha. Una cosecha unos días más pronto puede ser una gran diferencia. Al planear su programa de fertilidad de trigo, asegúrese de revisar el nivel de fósforo en el suelo e incluya una cantidad adecuada de fósforo en sus planes.

Esto le puede ayudar a desarrollar el crecimiento temprano de un trigo vigoroso que es necesario para evitar muchos problemas. Otras condiciones junto con un nivel inadecuado de fósforo que pueden causar un pobre crecimiento inicial: humedad inadecuada, suelos compactados, semillas de baja calidad, nivel inadecuado de N o K, pH bajo, insectos o enfermedades. Con un programa de fertilizantes adecuado incluyendo fósforo tendrá un mejor crecimiento inicial del trigo, mayor producción y ganancias.

Potasio.

El potasio interviene en la formación de almidón y en el desarrollo de las raíces. Reduce la transpiración, por lo que aumenta la resistencia a la sequía. Como contribuye a la formación de un sistema radicular, proporciona mayor resistencia al frío. La extracción de potasio es máxima durante el periodo del encañado.

La deficiencia en potasio se manifiesta por el crecimiento dislocado, los ápices amarillentos y la torsión de las hojas. Además reduce la formación de almidón en el grano y una disminución en la superficie de las hojas. Las deficiencias de potasio son más frecuentes en suelos arenosos. Las aplicaciones de potasio en contacto directo con la semilla deben limitarse para evitar un daño en la germinación.

FERTILIZACION FOLIAR

Antecedentes y/o historia

La fertilización foliar es otra forma en que se puede abastecer a las plantas con nutrientes y es una práctica agronómica de simple aplicación, la cual no ha sido plenamente aprovechada para los cultivos. La fertilización foliar es eficiente para corregir desórdenes nutrimentales y para lograr un adecuado nivel nutricional de las plantas. La cantidad de nutrientes requeridos vía follaje es menor que cuando se aplica vía edáfica; así utilizar cantidad de fertilizantes, se reduce el riesgo de contaminación ambiental por nitratos y otros agroquímicos

Gray (1997) comenta que la aplicación se ubica en etapas fenológicas cercanas a la floración que es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica, incluyendo la absorción de nutrimentos Mc Vickar *et al.* (1963): Marshener, (1995) y aunada la fertilización edáfica puede incrementar la producción y calidad de los cultivos a pesar de la desventaja que pudiera representar su costo de aplicación.

A mediados del siglo pasado se asentaron las bases científicas de la nutrición foliar cuando se logró corregir una clorosis por medio de aspersiones de sales de hierro al follaje de ciertas plantas. Desde entonces se comprobó que la fertilización foliar es un método que proporciona una rápida y eficaz asimilación de los nutrientes, por lo que es posible corregir una deficiencia observada de poco tiempo.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo, es indispensable considerar un factor de suma importancia, como es el caso de la nutrición vegetal, siendo también un aspecto vital para la calidad de los productos que se espera obtener.

Algunos de los aspectos que se han contribuido a incrementar la producción agrícola son el uso de semillas seleccionadas, y el buen control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo en la mayoría de los casos habría sido imposible aumentar dicho rendimiento si no se hubiera dispuesto de fertilizantes que

proporcionaran los nutrimentos necesarios requeridos por los cultivos y fueron proporcionados a través de una buena aplicación de fertilizantes.

La fertilización foliar es una de los métodos económicos con el cual se han logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos. Esta técnica ha evolucionado a la economía, a tal grado que difícilmente se encuentran áreas agrícolas importantes que no utilicen las aspersiones de nutrientes para corregir deficiencias o para disminuir costos cultivos manteniendo o mejorando los rendimientos; ya que suministra nutrientes directamente al follaje, puesto que es donde hay mayor demanda de estos, debido a los procesos metabólicos que ahí mismo se están llevando a cabo.

García (1980), cita que ante la certeza de la nutrición vegetal rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de substancia alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias prueban que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

Rodríguez (1982), menciona que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero estos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radicular; tal es el caso de hierro y el fósforo cuando el suelo es alcalino, en esos casos se realiza una fertilización de esos elementos a nivel foliar, constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

Fitzpatrick (1984), menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

Anónimo (1987), cita que la fertilización foliar tiene el propósito fundamental de corregir rápidamente las deficiencias nutricionales de carácter temporal. Para llevar a buen término esta práctica, es preciso conocer los niveles óptimos de los nutrimentos más importantes en cada una de las etapas críticas de desarrollo del cultivo y su balance nutricional.

En repetidas ocasiones la deficiencia de nutrimentos en los cultivos es provocada por el mal manejo de fertilizantes en cuanto a dosis, forma y época de aplicación al suelo o por vía foliar. El exceso de algunos da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante.

Las plantas presentan deficiencias ligeras o agudas, que se identifican mediante análisis foliares y/o visualmente. También se presentan casos de toxicidad en el follaje por “sobredosis” de agroquímicos foliares (fungicidas), insecticidas, bioestimulantes y fertilizantes mezclados).

García (1980), cita que la fertilización foliar es una segunda vía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces vayan a perder su papel nutritivo en las plantas.

Los fertilizantes se aplican generalmente al suelo para ser absorbidos por la raíz, pero la planta también los puede absorber por las hojas y puede ser ventajoso aplicarlos así, tanto por su economía, como para evitar algún factor edáfico y para tener una más rápida respuesta. Rojas (1990),

Mascareño (1987), menciona que el exceso de nutrientes da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante.

La deficiencia de nutrientes en la planta de tomate es provocada por el mal manejo de fertilizantes, en cuanto a dosis y época de aplicación al suelo o por vía foliar.

Una fertilización mal dosificada al suelo o por vía foliar, trae consigo un bajo desarrollo y una disminución en la producción de frutos, causado por falta o baja aplicación de nutrientes, reflejado en la calidad y producción de frutos.

García (1980), señala que en la fertilización foliar existen pérdidas por los lavados de las lluvias y por el líquido que cae al suelo, el cual es absorbido, en parte por las raíces, siguiendo el proceso de los abonos que se incorporan al terreno.

USO DE FERTILIZANTES GRANULADOS

El uso de fertilizantes representa a juicio de un gran número de investigadores uno de los factores estratégicos para lograr aumento en la productividad.

La fertilización del suelo es otro factor importante en la producción, además del tipo del suelo; el maíz se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles, en regiones con temperaturas de verano moderadamente elevadas, noches cálidas y lluvias adecuada y bien distribuida durante la estación de crecimiento.

Venegas (1998) y Rodríguez (1996) señalan algunos de los fertilizantes de uso común:

Urea: Es una de las fuentes más comunes de mayor concentración de nitrógeno es estado sólido siendo ésta de 46 por ciento de nitrógeno en forma amídica, es granular cristalina, muy higroscópica y muy soluble en el agua ($1\ 033\text{gr}\ \text{lt}^{-1}$). Tiene una residualidad salina de 75. La urea presenta notables ventajas sobre otras fuentes nitrogenadas dado su alto contenido de nitrógeno, esto disminuye costos de transporte y aplicación.

Sulfato de Amonio: Es una sal de color blanco o café oscuro, tiene una concentración de 20.5 por ciento de nitrógeno en forma amoniacal y 24 por ciento

del azufre, es muy soluble en agua (730gr It^{-1}) y poco higroscópico, de fácil manejo y almacenamiento, no se atterra, tiene una residualidad ácida de 110 y un índice salino de 69.

Nitrato Amonio: Es un material granulado de color blanco cremoso y altamente higroscópico, su concentración es de 35 por ciento de nitrógeno (50 por ciento Amoniacal y 50 por ciento Nítrico), es muy soluble en agua (1920 gr It^{-1}), de carácter explosivo, tiene residualidad ácida de 60 y una alta residualidad salina de 105.

Nitrato de Calcio: Es un material granulado de color blanco con una concentración de 15-16 por ciento de nitrógeno en forma nítrica y 28 por ciento de CaO, es muy soluble en agua ($1,220\text{ gr It}^{-1}$), y es mas higroscópico de todos los fertilizantes, presenta problemas de atterronamiento sin embargo es de rápida utilización por las plantas, tiene un índice básico igual a 21 y su índice salino es 65.

Nitrato de Potasio: Es una sal blanca finamente molida, es un complejo binario muy soluble en agua (316 gr It^{-1}) con una concentración variable: 14-00-13-00-44, su índice básico es de 26 y su índice básico es de 26 y su índice salino de 74. el costo unitario nutrimental es muy caro.

Cloruro de Potasio: Es una sal roja o blanca, muy hidrosoluble (340gr It^{-1}) higroscópica, tiene una concentración de 50-60 por ciento de K₂O y 47 por ciento de

CI. Es compactible con todos los fertilizantes existentes en el mercado, su índice salino es de 116.

IMPLICACIONES DE LA GLOBALIZACIÓN PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO DE TRIGO EN MÉXICO.

De acuerdo con Vázquez (2000), los sistemas productivos se ven tocados por la globalización dado que esta facilita el flujo de capital, información y tecnología, lo cual repercute en los modos de producción y la división internacional del trabajo. Es por ello que autores como Wallerstein (1996) le asignan un rol primordial en la economía dado que reactiva la economía del mundo, haciendo énfasis en la oferta de bienes cuyo fin es el comercio entre naciones. Dado que el comercio internacional según Massé (1999) fortalece los sectores productivos locales e incrementa la competitividad de los países.

La Producción de Trigo en México.

El trigo es uno de los cultivos más antiguos, con centro de origen en Turquía e Irak, de donde se extendió su producción hacia Europa y posteriormente a América. En México constituye el segundo cultivo en importancia después del maíz, debido a que forma parte de la dieta básica de la población y a que es la base de una de las agroindustrias de mayor relevancia en la economía nacional (Aserca, 1995).

De acuerdo con el Infoagro (2000) establece que el trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*Poaceae*) y es un cultivo de temporada fresca que produce dos o

tres hijuelos por planta. Los tallos son nudosos y huecos, provistos de una hoja en cada nudo. La espiga del trigo tiene en promedio de 15 a 18 espiguillas, cada una de ellas con 2 o 3 granos.

Autores como Espitia *et al* (2003) plantean que los trigos mexicanos, de tallo enano y alto rendimiento, que son producto de la revolución verde en México, fueron obtenidos aprovechando lugares de elevada altitud para su cosecha en verano, y lugares de baja altitud en el noroeste de México para la cosecha invernal.

Estas variedades a decir de los mismos autores son anuales de primavera y no soportan la exposición a temperaturas rigurosas. Además de las condiciones climatológicas, Infoagro (2000) asevera que el trigo se adapta mejor a los suelos terrosos o arcillosos profundos y drenados, con fertilidad entre moderada y alta, dado que los 23 suelos profundos pueden almacenar humedad.

III. MATERIALES Y METODOS

Ubicación del campo experimental

La presente investigación se realizó en el campo experimental que está ubicada en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México a una latitud entre los paralelos $25^{\circ} 23'$ Norte una Longitud oeste de $101^{\circ} 00'$ y a una altitud de 1743 metros sobre el nivel del mar.

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

Clima

El clima que se presenta, de manera predominante de acuerdo a la clasificación de Koeepen modificado por Enriqueta García (1975) es:

Bso k (x') (e)

Donde:

Bso = Es el más seco del grupo de los climas secos con un Coeficiente de $P/t < 22.9$.

P/t = relación de precipitación y temperatura.

k = Templado con verano cálido, temperatura media Anual fluctúa entre 12° y 18° el mes más frío entre -3°C y el más cálido en de 18°C .

x = Región de lluvia intermedio entre verano e invierno.

e = Extremos con oscilaciones entre 7° y 14°C.

La temperatura media anual es de 19.8°C con fluctuaciones entre la media mensual de 11.6°C como mínima y 21.7°C como máxima.

La época de lluvias, se desarrolla en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, siendo el mes de Junio y Julio los meses más lluviosas la precipitación media anual es de 455 mm.

Los vientos prevalecientes tienen una dirección de noreste con una velocidad de 22.5 km/ hrs. (Departamento de Agro meteorología UAAAN).

Cuadro 3.1. Datos climatológicos normales obtenidos en la estación agrometeorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila Lat. 25°23' N, Log. 101°02' WG Alt. 1743 msnm durante el periodo de observación 2006 – 2010(Departamento de Agrometeorología).

| Meses | T° Media (°c) | PP. (mm) | Evaporación (mm) |
|------------|---------------|------------|--------------------|
| Enero | 11.4 | 15.5 | 9.15 |
| Febrero | 12.4 | 12.2 | 7.20 |
| Marzo | 15.4 | 7.6 | 4.49 |
| Abril | 18.2 | 18.4 | 10.85 |
| Mayo | 20.3 | 44.7 | 26.37 |
| Junio | 21.2 | 61.4 | 36.22 |
| Julio | 20.9 | 90.9 | 53.63 |
| Agosto | 20.2 | 85.0 | 50.15 |
| Septiembre | 18.5 | 62.0 | 36.58 |
| Octubre | 16.6 | 28.1 | 16.58 |

| | | | |
|-----------|------|------|------|
| Noviembre | 14.1 | 14.1 | 8.32 |
| Diciembre | 12.5 | 15.9 | 9.38 |

La zona de estudio se considera como una región semiárida, en la figura. Muestra que en la mayoría de los meses se presenta una precipitación escasa durante la mayor parte del año.

La máxima precipitación es de 90.9 mm, del mes de Julio lo mismo que la evaporación, y la temperatura máxima se presenta en el mes de Junio.

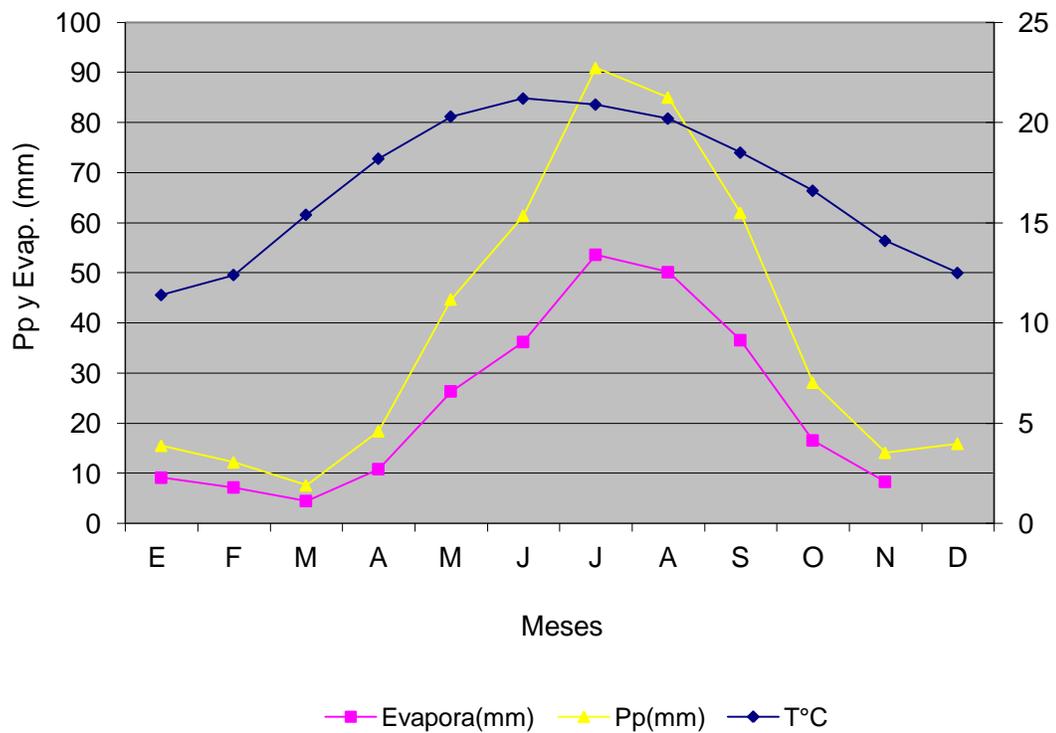


Figura 3.1. Climograma para la región de estudio UAAAN.

Suelos

En el área de estudio, los suelos son relativamente homogéneos debido a la escasa variación litológica de la localidad y por su topografía casi uniforme, la mayor parte del material son provenientes de la Sierran Zapaliname que está conformada principalmente por rocas calizas y de areniscas.

Según Ubaldo 1985 son suelos XerosolosHáplicos claro-rojizo de textura arcillosa y con espesor mayor de un metro, asociados con suelos oscuros y profundos de textura similar a los anteriores, pero con mayor contenido de materia orgánica, denominados como Feozem calcáreo (HCl) dando en su conjunto la unidad cartográfica llamada xerosolHáplico asociado con FEOZEM calcáreo de textura arcillosa (XH +Hc/3).

Uso de suelo

Actualmente se está dando un uso agrícola, la mayoría superficie está ocupada por cultivo de frutal (nogal), dividiéndose las áreas en riego permanente y semipermanente.

Vegetación

La mayor parte de la superficie está cubierta por vegetación inducida, siendo aproximadamente de 18 Has, de frutal como (nogal) y 11 Has, está ocupado con cultivos de riego.

Topografía

Tiene una topografía de relieve plano con una pendiente de 1% con buen drenaje superficial. Presenta una pedregosidad superficial en muy poca cantidad teniendo un 4 %, con un tamaño de 2-30 cm y es de naturaleza caliza. Se dice que es caliza porque es de un material muy duro, su uso actual es agrícola, sus vegetaciones de tipo micro fila de la especie de nogal con una fauna externa que presenta cuervo, petirrojo, una interna con gallina ciega pero todo esto se encuentra presentes en muy poca cantidad.

Siembra

La siembra fué el 27 de enero del 2011. Esta se llevó a cabo en forma mecánica

Fuentes empleadas son:

- Fosfato mono amónico (11-52-00).
- Urea (46 % de N).

Productos Foliares

- Promotor
- Miyamonte (20-30-10)
- Regufol (500)

Fertilización

El fertilizante MAP (Fosfato mono amónico) fué aplicado al momento de la siembra en “al voleo” es decir, directamente en la superficie del suelo más o menos uniformes con una dosis de 11-52-00 en fertilización de fondo

Urea (46 por ciento de Nitrógeno) fué aplicado al momento de la siembra y en fertilización de fondo

Fertilización foliar

La aplicación de fertilizantes foliares se aplicó el 17 de marzo del 2011, manualmente con una bomba de aspersion en forma foliar directamente en las plantas de trigo, la segunda aplicación fue el 6 de abril. Y posteriormente la tercera aplicación que fue el 26 de abril

Promotor

Estimulante promotor de cambios iónicos

Análisis garantizado.....% en peso

| | |
|--|-------|
| Agentes quelantes..... | 31.00 |
| Derivados de elementos orgánicos fúlvicos..... | 0.50 |
| Aminoácidos libres..... | 0.50 |
| Diluyentes y a condicionantes..... | 68.50 |

Miyamonte (20-30-10)

Componentes

Nitrógeno total

Equivalente a 20 gr de N/L.....20.00%

Fósforo disponible (P₂O₅)

Equivalente a 30 gr de P₂O₅/L.....30.0%

Potasio disponible K₂O.....10.0%

Equivalente a 10 K₂O/L.....3.5

Enzimas y carbohidratos

Acondicionadores y emulsificantes relacionados.....36%

Total..... 100%

Regufol

Porcentaje en peso

Análisis de garantía % en pesos

Cisteína.....2000ppm

Tiamina.....1000pmm

Auxinas.....500pmm

Inositol.....500pmm

Gilberelinas..... 200pmm

Nitrógeno total(N).....8.00%

Zinc (zn).....2.00%

Azufre (s).....0.60%

Fierro (fe).....0.50%

Ácido cítrico.....0.50%

Magnesio (mg).....0.12%

Manganeso (mn).....0-12%

Boro (b).....0.10%

Material vegetal.....53.38%

Diluyentes y a condicionantes..34.21%

Niveles de exploración

Los niveles de exploración de los fertilizante de fondo se aplicaron diferentes dosis (fosfato mono amónico, 11-52-00) urea (46-00-00), esto se aplicó para cada tratamiento expresado en gramos.

Dosis de fertilizante de fondo

1.....30% = 322.32gr UREA 221.52gr MAP

2.....60% =645.36gr UREA 443.04gr MAP

3.....90% =968.03gr UREA 664.61gr MAP

Testigo.....100% 1075.5 UREA 738.4gr MAP

Dosis de fertilizante foliar

Promotor

1.....30% 0.3/lts × 6lts = 3.6 cc

2.....60% 0.6/lts × 6lts = 7.2 cc

3.....90% 0.9/lts × 6lts = 10.8 cc

Testigo.....0

Regufol

1.....30% 0.3/lts × 6lts = 3.6 cc

2.....60% 0.6/lts × 6lts = 7.2 cc

3.....90% 0.9/lts × 6lts = 10.8 cc

Testigo0

Miyamonte

1.....30% 0.3/lts × 6lts = 3.6 cc

2.....60% 0.6/lts × 6lts = 7.2 cc

3.....90% 0.9/lts × 6lts = 10.8 cc

Testigo.....0

Estas dosis se aplicaron 3 veces en el cultivo de trigo la primera aplicación fue cuando tenía el 10 cm de altura fue exactamente 17 de marzo y la segunda aplicación fue cuando estaba el macollo fue el 6 de abril y la tercera y última fue cuando estaba en hoja bandera el 26 de abril.

Tratamientos

En el presenta trabajo de investigación se establecieron 13 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, a cada repeticiones se le aplicaron diferentes dosis de fertilización foliar utilizando como fuente (Regufol, Promotor y Miyamonte y la dosis de fertilizantes nitrogenadas utilizando como fuente de estos elemento el MAP (fosfato mono amónico, 11-52-00) y urea 46-00-00, fertilización de fondo y un testigo que se aplicó una fertilización de fondo al 100% una semana después de la siembra.

T1= Miyamonte al 30%

T8=Promotor al 60%

T2=Miyamonte al 60%

T9=Promotor al 90%

T3=Miyamonte al 90%

T10=Fertilización de fondo al 30%

T4=Regufol al 30 %

T11=Fertilización de fondo al 60%

T5=Regufol al 60 %

T12= Fertilización de fondo al 90%

T6=Regufol al 90%

T13= Testigo al 100%

T7=Promotor al 30%

N: NITROGENO: Expresado en % la dosis total a utilizar.

P: FOSFORO: expresado en % la dosis total a utilizar.

F: Fertilizante foliar (**A:** Promotor. **B:** Miyamonte. **C:** Regufol

Fecha de riego y cosecha

Se aplicó riego rodado antes de la siembra y posteriormente cada vez que la planta mostraba síntomas de estrés. Específicamente se aplicaron 6 riegos durante la etapa de madurez fisiológica se determinó por cambio de coloración de la gluma de la espiga de un color verde Limón (Copeland y Crookston, 1985), realizando la cosecha alrededor de los 120 días después de la siembra misma que se llevó acabo manualmente. En el laboratorio de suelos, trillando manualmente y finalmente la limpieza con un ventilador, se prosiguió a pesar con la balanza analítica para obtener el rendimiento.

Variable de evaluación

Altura de Planta

Es la distancia que hay desde la base de la planta hasta donde empieza a ramificarse la espiga. Esto se efectuó en cm. Con la ayuda de una cinta métrica.

Diámetro de macollo

Con la ayuda del Vernier se obtuvieron los datos de esta variable, y se toma en la base del tallo al ras del suelo en (mm).

Longitud de raíz (cm)

Se efectuó apoyándose con una regla milimétrica tomando desde la superficie del suelo hasta final de la raíz midiéndose en cm.

Numero de tallos

Para esta variable se efectuó contando los tallos que tenía el macollo para ver la cantidad de tallos de cada tratamiento.

Peso de la Planta

Para la obtención de estos datos se corta ya seca en pequeños trozos y se depositaron en bolsas de papel para después pesarlo en la balanza analítica que se encuentra en el laboratorio de edafología del departamento de ciencias del suelo.

Peso raíz

Se cortaron todas las raíces de las muestras y se lavaron bien y se peso en la balanza analítica.

Análisis de Crecimiento

El crecimiento se caracteriza por un incremento en el peso seco o fresco, que existe la duplicación del protoplasma, multiplicación celular, un aumento permanente en el volumen y un incremento de tamaño de diversos órganos de la

planta. El crecimiento puede estudiarse de varias maneras; la más usual es medir alguna parte de la planta o la planta completa a diversos intervalos de tiempo.

La definición más precisa de crecimiento consiste en la acumulación de biomasa en términos generales (Hunt, 1989).

Rendimiento

Esta variable se obtuvieron los datos desgranando manualmente las espiguillas que se cosecharon en un m^2 , y se prosiguió a pesar los granos de cada tratamiento, los datos se obtuvieron en gr/m^2 y luego se hizo la conversión a ton/ha.

Numero de espigas

De las plantas cosechadas por m^2 de cada uno de los tratamientos se cortaron todas las espigas que contenían cada planta lo cual se trajeron del sitio experimental en costales y ordenados por tratamientos, el corte se realizo con ayuda de algunas tijeras y se prosiguió a contar el numero de espigas de cada tratamiento.

Siembra

La siembra se realizó en forma mecánica con una densidad aproximada de 250 kg de semilla por hectárea. La fecha de siembra fue el 27 de enero del 2011. Se sembró la variedad AN-239, proporcionada por el departamento de cereales de la UAAAN.

Metodología experimental

La preparación del terreno, consistió en un barbecho, rastreo y nivelación dentro lo cuales se ubicaron las parcelas experimentales, se trazaron 39 parcelas con un tamaño de 4 metros de largo y 3 metros de ancho sumando 480 m² con un arreglo experimental de bloques al azar.

Diseño experimentales

• Bloques Completos al Azar.

Este es uno de los diseños más utilizados en experimentos de campo. Su objetivo es agrupar las Unidades Experimentales en bloques uniformes, de tal manera que la variedad entre las Unidades Experimentales sea mínima aun cuando la variación entre bloques sea alta (Coronado, 2001).

• Modelo Estadístico.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

μ media general

τ_i efecto del i-ésimo tratamiento

β_j efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\epsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios y las significancias de las variables evaluadas, durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza para cada variable evaluada en diferentes dosis de fertilizantes foliares aplicados en el cultivo de trigo AN-239 en Buenavista, Saltillo 2010.

| FV | GL | RENDIMIENTO | PESO DE RAÍZ | PESO PLANTA | NUM. DE ESPIGAS |
|--------------|----|-------------|--------------|-------------|-----------------|
| TRATAMIENTOS | 12 | 2.158857** | 2.840029** | 91.715492** | 26890.791016** |
| ERROR | 24 | 0.069544 | 0.881611 | 33.072754 | 4680.125000 |
| CV. (%) | | 11.21 | 26.98 | 19.83 | 19.22 |

**Altamente significativo al 0.01 CV= coeficiente de variación expresado en porciento

En el cuadro 4.1 de análisis de varianza podemos observar que todas las variables evaluadas se tuvieron diferencias altamente significativas tanto en rendimiento, peso de raíz, peso de planta y numero de espigas significados al 0.01 de probabilidad. Esto quiere decir que los tratamientos se comportaron de manera positiva y tuvieron un buen efecto en estas variables.

El coeficiente de variación se comporto de manera normal ya que no supero la regla, que menciona que el coeficiente de variación tiene que ser menor a 30, el coeficiente más elevado se presento para el caso de peso de raíz con 26.98%.

Rendimiento.

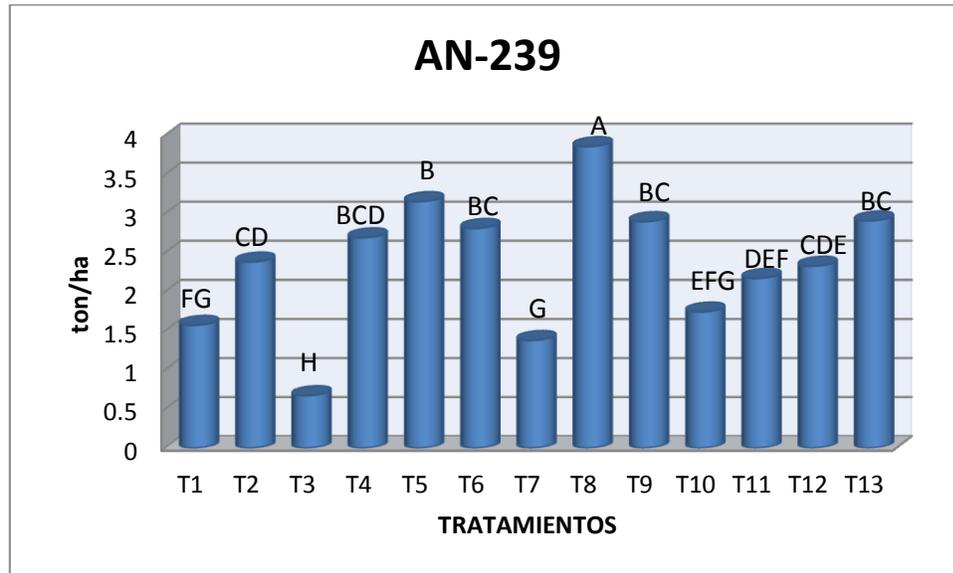


Figura 4.1 Rendimiento (ton/ha) de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010.

En la grafica (figura 4.1) nos muestra los resultados obtenidos durante el experimento, estadísticamente el mejor tratamiento fue el 8 que corresponde al promotor al 60% superando al testigo junto con el tratamiento 5 (regufol al 60%) en un segundo plano. En cuanto al testigo podemos catalogarlo que quedo en un punto intermedio con él también los tratamientos 6 y 9 (regufol y promotor al 90% respectivamente). Acá podemos decir que la importancia de la fertilización foliar radica en que con ella puede mejorarse la calidad e incrementarse el rendimiento de los cultivos y en que muchos problemas de la fertilización al suelo (fijación, inmovilización, volatización pueden ser resueltos mediante este tipo de fertilizantes Fregoni, (1986). Corral y López (1999), reportan en Avena forrajera.

Acosta (1990), realizó en parcelas destinadas a estudios de mejoramiento genético de trigo y cebada, aplicó el extracto de algas marinas al suelo; Obteniendo incrementos del 20 % de proteína en el grano de trigo (12 % del testigo a 14 % del tratado) y del 50 % en el grano de cebada (de 125 de testigo a 18% del tratado). Estos incrementos, difícilmente se pueden obtener por investigación genética en porcentajes arriba de 0.5% . Esto concuerda con lo obtenido por Nelson, Van Staden (1986), quienes en un experimento de trigo tratado con un extracto de algas y realizado en Sudáfrica, reportan un incremento de nitrógeno en el grano del 64 .6 %

Peso de raíz.

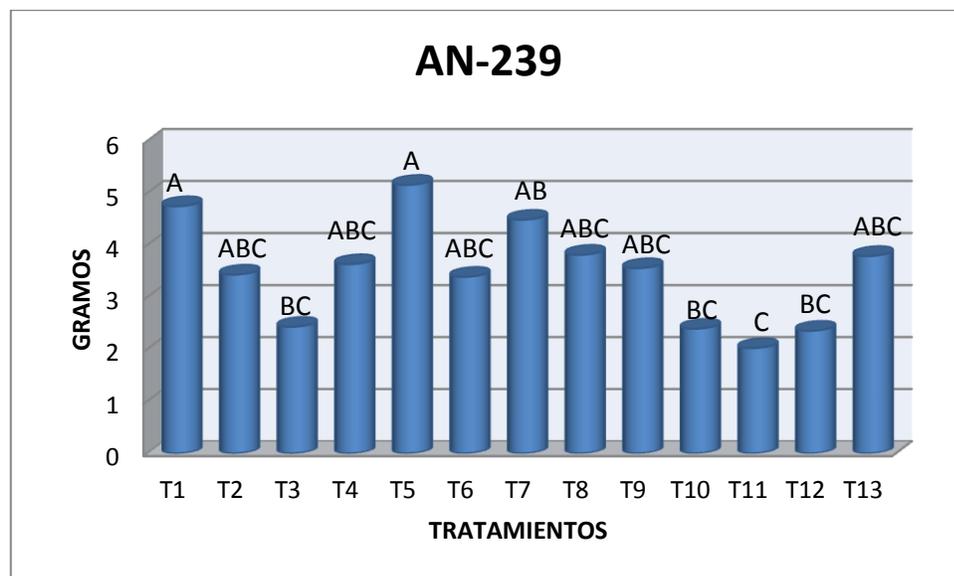


Figura 4.2. Muestra el peso de raíz representada en (gramos) de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010.

Los resultados obtenidos en la medición de esta variable se muestran gráficamente en la figura anterior figura (4.2). Podemos distinguir la diferencia entre tratamientos y los mejores tratamientos son el 5 que corresponde al tratamiento del producto de Regufol con una dosis al 60% y el T1 que corresponde al producto Miyamonte con una dosis al 30% que mostraron una respuesta favorable con respecto al testigo y otros tratamientos. El tratamiento 7 también superó al testigo que corresponde al producto promotor al 30%, los tratamientos 2, 4, 6, 8 y 9 (Miyamonte 60%, Regufol 30%, Regufol 90%, Promotor 60% y 90% respectivamente) igualaron al testigo en un segundo grupo estadísticamente hablando y los demás estuvieron por debajo del testigo lo cual podemos decir que no fueron tan positivos en los efectos.

Stevenson y Scchinitzer, 1982 mencionan que Los ácidos fulvicos son compuestos que están constituidos por dos grupos que son: caboxilicos y fenólicos, estos grupos pueden absorber cationes cuando están en forma libre, siendo los cationes bivalentes los que se adhieren con mayor fuerza a las cargas negativas. Estos influyen en el desarrollo de la raíz.

Peso de planta.

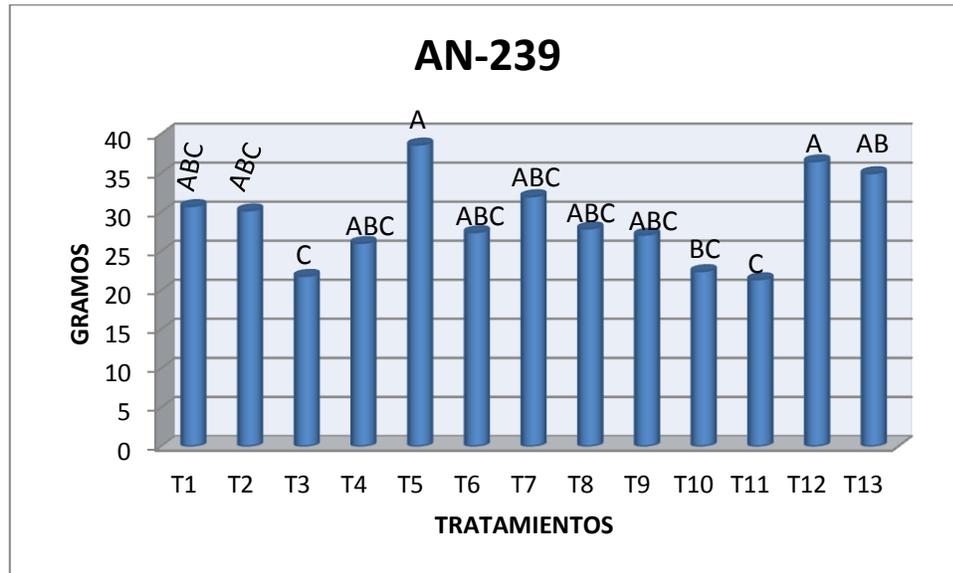


Figura 4.3. Muestra el peso de planta representada en (gramos) de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010.

En la gráfica anterior (figura 4.3) nos muestra el comportamiento del cultivo del trigo AN-239 en cuanto al peso de la planta. Los tratamiento 5 y 12 fueron los que tuvieron una mejor respuesta en la variable de peso de planta, estos tratamientos corresponden al Regufol con una dosis de 60% y fertilización de fondo al 90%, estadísticamente hablando.

Podemos decir que en cuanto a esta variable evaluada estos dos tratamientos fueron los que tuvieron una mejor respuesta y también los únicos que superaron al testigo, pero también podemos catalogar un término intermedio como son los tratamientos 1, 2, 4, 6, 7, 8 y 9 que corresponden a los productos foliares Miyamonte con dosis 30% y 60% y el Regufol al 30% y 90% y promotor 30%, 60%, y 90%) respectivamente. Y podemos ver que los resultados en este grupo estadístico son muy similares.

Fox y Cameron (1961) y López *et al.* (1995) mencionan que, al aplicar foliarmente productos bioestimulantes, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

David *et al* (1994) señalan que la aplicación de ácidos fulvicos incrementaron los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuido al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares a las de las hormonas.

Cooper *et al* (1998), reportaron que un incremento en el desarrollo y aumento de peso de la planta es el resultado del efecto que ejercen las sustancias húmicas en dos de los procesos mas importantes de los vegetales como son, la fotosíntesis y la respiración.

Numero de espigas.

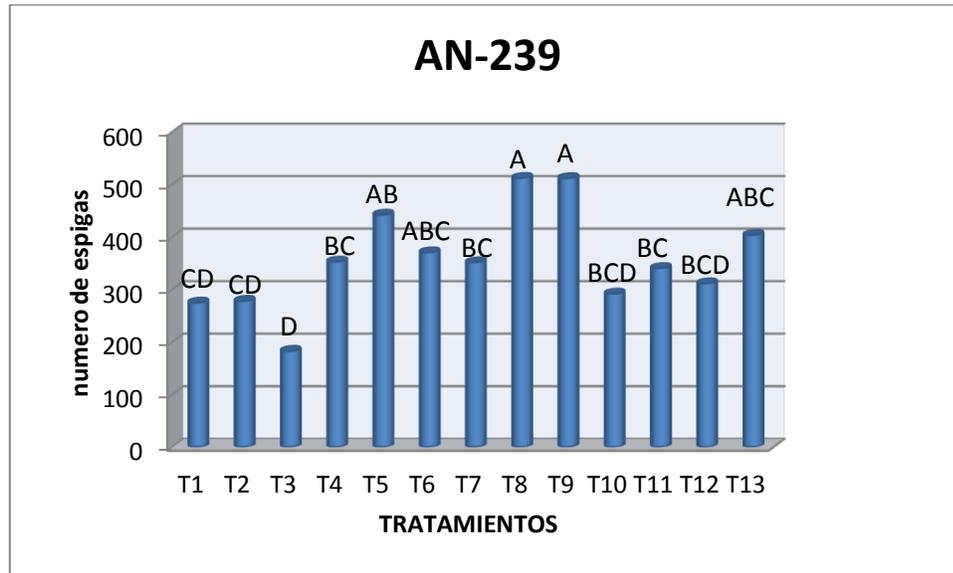


Figura 4.4. Muestra el número de espigas de trigo variedad Narro-239 en la comparación de medias producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010.

En la figura 4.4 podemos ver gráficamente los resultados obtenidos en las mediciones de la variable del número de espigas por cada tratamiento. El producto promotor tuvo mejor resultado con los tratamientos 8 y 9 con las dosis al 60% y 90%, superando al testigo y teniendo por consecuencia un comportamiento positivo ante el testigo. El tratamiento 5 también obtuvo buenos resultados superando al testigo. En una sección intermedia se colocaron los tratamientos 4, 6, 7 y 11. Que corresponden a los productos foliares Regufol al 30% y 90%, Promotor al 30% y la fertilización de fondo con una dosis al 60%, respectivamente.

Hernández (1991), en su trabajo de investigación evaluó el número de macollos, número de espigas por planta y por metro cuadrado, longitud de la espiga,

longitud total de la planta, rendimiento de grano por hectárea, rendimiento de materia seca, conductividad hidráulica del suelo, Contenido de humedad del suelo, porcentaje de saturación, espacio poroso, densidad de sólidos y Densidad Aparente, se estudió en 4 niveles de labranza: Encontró la mayor respuesta del rendimiento del cultivo de 4.687 ton/ha, con barbecho + rastra. También la modificación del arreglo topológico es factible para el cultivo de Triticale, se obtuvo mayor rendimiento en surcos con 4.72 ton/ha, superando al rendimiento obtenido en siembra tradicional (voleo) fue de 3.02 ton/ha, la labranza de barbecho + rastra contribuye, a un mejor acondicionamiento físico del suelo, ya que aparte de alterar al mínimo las características de éste, también proporciona una mejor cama de siembra para el cultivo disminuyendo la compactación del mismo.

Altura de planta.

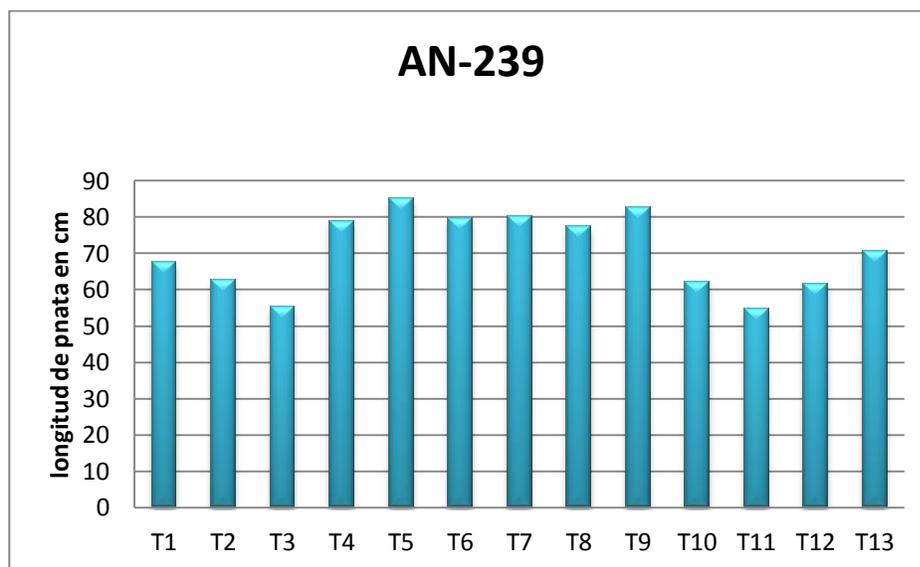


Figura 4.5. Respuesta de la variable de altura de planta en las diferentes dosis de fertilización de la variedad de trigo Narro-95 en Buenavista Saltillo 2010.

La figura 4.5 muestra gráficamente el efecto de la aplicación de la fertilización foliar los tratamientos que superaron al testigo son T4 (30% regufol), T5 (60% regufol), T6 (90% regufol), T7, T8 Y T9 con las dosis de (30%,60%,90%) respectivamente, de ellos el mejor de todos es el tratamiento 5. La condición de estos tratamientos es positiva ya que superaron al testigo en cuanto a la longitud de las plantas, el testigo obtuvo una altura de planta de 70.5 cm mientras que el tratamiento más alto (t5) su altura fue de 85 cm.

Delfune y Scofield (1999), señalaron que los ácidos húmicos y fúlvicos influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelera la diferenciación del ápice de crecimiento, aumenta la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementa la absorción de los nutrientes.

Albert (1956) y Porter (1965), citado por canales (1997), aseguran que los seres vivos sintetizamos enzimáticamente, entre otros complejos de la vida; las proteínas. Por lo general las enzimas son proteínas, pero no todos son enzimas, estas tienen facultad de provocar y/o activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo. Sin embargo, Small (1968), dice que las enzimas que actúan al interior de la célula, se le denomina endoenzimas y las que actúan en el exterior exoenzimas.

Diámetro de tallos.

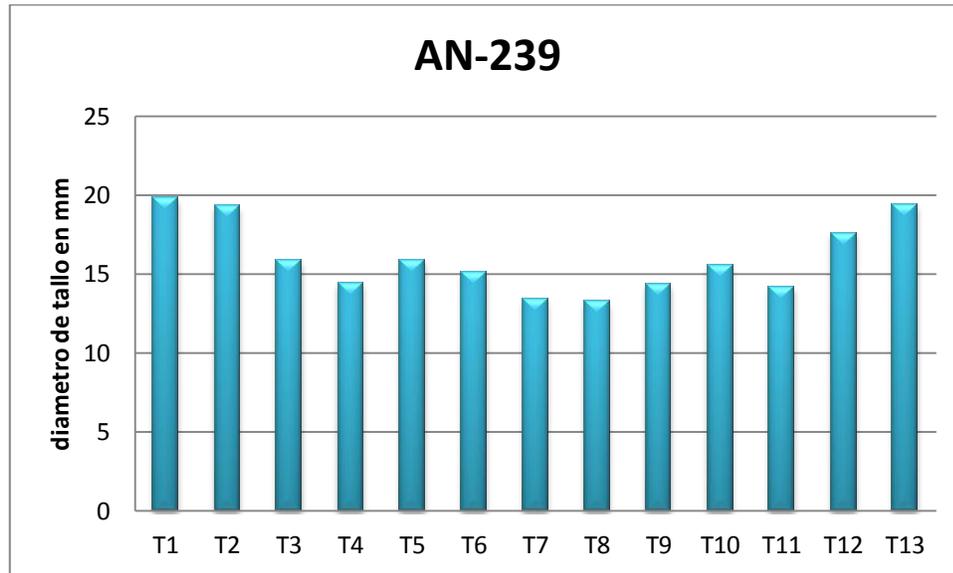


Figura 4.6. Respuesta de la variable diámetro de tallos en (mm) en la aplicación de diferente dosis de fertilización foliar en el cultivo de trigo Narro-239, en Saltillo Coahuila 2010.

En esta figura 4.6 muestra el comportamiento en cuanto al diámetro de los macollos el único tratamiento que superó al testigo fue el T1 que corresponde al de Miyamonte al 30% con un diámetro promedio de 19.82 mm y el testigo obtuvo un diámetro de 19.39 mm, los demás tratamientos ninguno supero al testigo esto en cuanto a la fertilización foliar. El tratamiento 2 también se obtuvieron buenos resultados aunque no superó al testigo pero es aceptable ya que no es mucha la diferencia, también se podría decir que no se presentaron diferencia significativa ya que la diferencia entre uno y otro tratamiento es muy poco.

Longitud de raíz

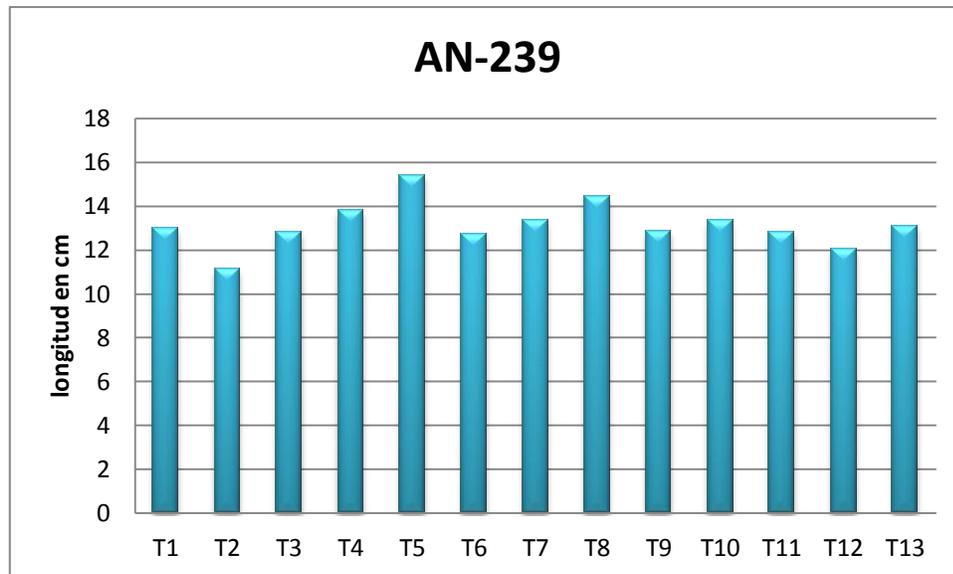


Figura 4.7. Respuesta de la variable longitud de raíz en (cm), en la aplicación de diferente dosis de fertilización foliar en el cultivo de trigo Narro-95, en Saltillo Coahuila 2010.

Gráficamente podemos ver los resultados en cuanto al comportamiento de los tratamientos con respecto a la longitud de las raíces (figura 4.7), los tratamientos que superaron al testigo fueron los T4, T5 Y T8 que corresponden a regufol al 30 y 60% y promotor al 60% respectivamente teniendo un comportamiento positivo en relación al testigo, otros tratamientos que también son aceptables son el T1, T7 Y T10 ya que se acercan mucho al comportamiento del testigo.

Adaniet *al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

Numero de tallos.

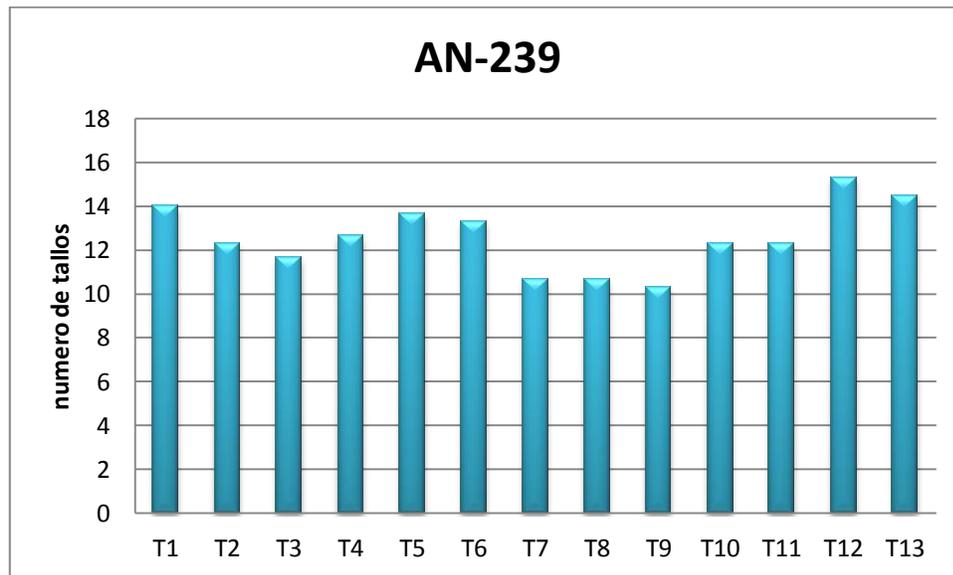


Figura 4.8. Muestra el numero de tallos de trigo variedad Narro–239 producida bajo diferentes dosis de fertilizantes foliares en Buenavista Saltillo Coahuila 2010.

En la variable de numero de tallos por tratamiento los resultados fueron muy similares en grafica anterior podemos ver el comportamiento de cada tratamiento.,(figura 4.8) el 13 12 fue el que presentó mayor numero de tallos que corresponde a la fertilización de fondo con una dosis al 90 % seguida por el testigo T13 y posteriormente T1 que corresponde al producto miyamonte con una dosis de 30% se puede decir que estos tratamientos tuvieron una acción positiva en relación al testigo esto de acuerdo con Chen y Aviad (1990), en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados se concluye:

1. Al realizar el análisis de varianza para las variables evaluadas se encontraron diferencias altamente significativas.
2. La fertilización foliar actuó de manera positiva en comparación al testigo en los diferentes productos evaluados, de los tres productos los que tuvieron mejores resultados fueron el Promotor y Regufol, de esta manera podemos decir que se logro el objetivo planteado de disminuir la dosis de fondo.
3. Considerando la hipótesis planteada y de acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo experimental, podemos decir que la fertilización foliar es una buena alternativa para sustituir el abonado a fondo.

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta C. A. 1990. Mejoramiento Genético de Trigo (*Triticumaestivum*L.) y Cebada, con la Aplicación del Extracto de Algas Marinas ALGAENZIMS en el Suelo, Buenavista, Saltillo Coahuila, México. pág. 81
- Aitken J.B, Senn T. L. 1965. Seaweed Products as Fertilizer and Conditioner for Horticultural, Crops, bot mar. 8:145-148.
- Barbosa, V. R. 1993. Uso y manejo de los fertilizantes foliares. T.L. UAAAN. México.
- Bowen, J.E y Kratky, B.A 1990. Pérdidas de nitrógeno de los fertilizantes. Agricultura de las Américas. SéllerInt`l Publishing Corp., Great Neck, N.Y., E.U.A. Año 39, No. 5. P. 17-22.
- Camacho, I.F.A.2001. Efecto de ácidos fúlvicos en la calidad fisiológica y el crecimiento de algunas especies vegetales.Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Corral G. J y López O. S. 1999. Inf. Produce Querétaro (Extracto de Algas Marinas), año . No. 12, Pagina 14.
- Cruz G.R. 1991. Evaluación del modelo de palacios Vélez para simular el balance de la humedad del suelo en el cultivo de trigo (*Triticumaestivum* L) variedad Seri M-82. U.A.A.A.N
- Espinosa, J. 1995. Fertilización Balanceada de Cultivos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Shyres 2260. Quito, Ecuador. P 26.
- García, F. A. (1980). "Fertilización Agrícola". Segunda edición. Editorial AEDOS. México, D.F.
- Guzmán C. R. 1997. Efecto de rizobacterias aisladas de malezas sobre trigo (*Triticumaestivum* L) var. Pavón f-76 bajo condiciones controladas. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Hernández, Leticia, [tesis de maestría] 2006, "La red de trigo del valle del Yaqui, Sonora: estrategia de comercialización", Baja California, México, El Colegio de la Frontera Norte, sin pie de imprenta.
- Hernández, S.A. 1987 introducción al mejoramiento genético de los cereales de grano pequeño SARH-INFAP. México.

- López B. L. 1990. Cultivos Herbáceos, Cereales. Vol. 1. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao, España. p. 308, 340, 369-371.
- Martínez R. J. G. 1989. Efecto de tensión de humedad sobre el rendimiento y partición de fotosintatos en variedades de trigo con diferentes respuestas al déficit hídrico, Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Mascagni J. H, Sabbe W. E. 1990. Nitrogen fertilization of wheat grown on raised, wide beds, Arkansas Agricultural experiment station, division de agriculture.
- Mills A., H and Benton J. Jr. 1996. Plant Analysis Handbook II. MicroMacro Publishing, Inc. Georgia, USA.
- Ortiz, B. V. y Ortiz S. 1990. Edafología. 7ª Ed. UACH. México
- Pacheco D. J. 2001. Aplicación de Derivados de Algas Marinas y Acolchado Orgánico en el Cultivo de Trigo (*Triticumaestivum*L) Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo. México.
- Poehlman, j. m 1981 mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México.
- Robles S. R. 1990. Produccion de Granos Y Forrajes. Ed. Limusa, S.A. de C.V., 5 Ed. México –España –Colombia. P.559p.
- Rodríguez, S.F. (1982). “Fertilizaciones, nutrición vegetal”. Primera Edición. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Rojas A. A. 1998. Crecimiento de granos en líneas de trigo macarronero (*Triticumaestivum*L) contrastes en la altura de la planta y su precocidad y su relación en el rendimiento, Buenavista Saltillo Coahuila México.

CONSULTA ELECTRONICA

<<http://www.agronet.com.mx/cgi/cultives.cgi?Valley=Valle%20del%20Yaqui&Cultive=Trigo> &Title=Introducción>, consultado el 25 de agosto de 2010