

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE INGENIERIA**



DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Evaluación de rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de triticale (X Triticosecale Wittmack) bajo diferentes regímenes de riego.

POR:

José Antonio Morales De la Cruz

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre del 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Evaluación de rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de triticale (x Triticosecale Wittmack) bajo diferentes regímenes de riego.

TESIS

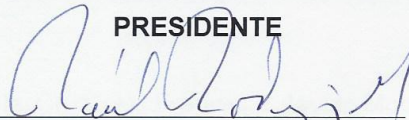
PRESENTADA POR:

José Antonio Morales De la Cruz

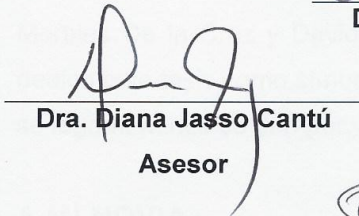
Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

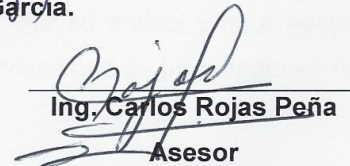
PRESIDENTE



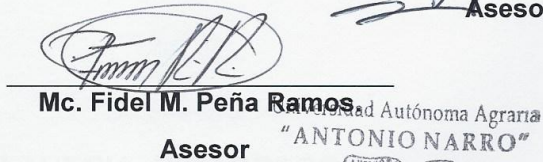
Dr. Raúl Rodríguez García.



Dra. Diana Jasso Cantú
Asesor

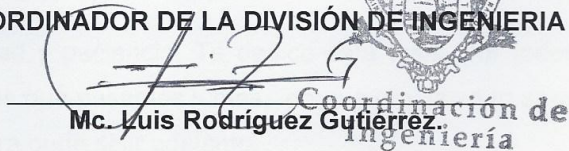


Ing. Carlos Rojas Peña
Asesor



Mc. Fidel M. Peña Ramos
Asesor

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERIA



Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre del 2014.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Prof. FRANCISCO ADRIEL MORALES PALMA
Sra. ANA MARÍA DE LA CRUZ HERNÁNDEZ

Por ser las personas más maravillosas del mundo y por su gran amor y apoyo incondicional que siempre me han otorgado, por darme las fuerzas para salir adelante, les doy las gracias y les dedico esta tesis porque es el fruto del esfuerzo, dedicación y confianza que han depositado en mí.

A MIS HERMANOS

Juan Carlos Morales De la Cruz (+), Francisco Javier Morales De la Cruz, Leonel Morales De la Cruz y David Morales De la Cruz. Por su amistad y gran apoyo, les dedico esta tesis como símbolo de que todas las cosas que se propongan en la vida se logran, nunca se den por vencidos.

A MI NOVIA

GLORIA LILIANA CLAVERIA CIGARRERO

Por su amor, amistad y paciencia. Te dedico esta tesis, por todos los momentos maravillosos y difíciles que pasamos juntos, porque gracias a tu apoyo y comprensión durante toda la carrera pude salir adelante.

AGRADECIMIENTO

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Porque siempre está a mi lado, por la salud y por darme una gran familia.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por ser una gran institución en la cual tuve el privilegio de formarme como profesionalista por darme los conocimientos para poder resolver los distintos problemas.

AI Dr. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA

Por darme la oportunidad de realizar la tesis y asesorarme, por su amistad, paciencia, enseñanzas y comprensión que brindo durante este tiempo.

A LA Dra. DIANA JASSO CANTÚ

Por brindarme su apoyo en la revisión de este trabajo

AL MC. FIDEL M. PEÑA RAMOS

Por su apoyo en la revisión de este trabajo.

AL Ing. CARLOS ROJAS PEÑA

Por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A LAS TECNICAS ACADEMICAS

Lic. Ma. Del Socorro Mireles Vásquez y Biol. Silvia Guerrero Martínez, por su apoyo brindado en la determinación del análisis de fertilidad del área de estudio.

A TODOS LOS PROFESORES (A) DE LA UNIVERSIDAD

Por haber dedicado su tiempo en compartir su sabiduría, gracias porque tuve la dicha de haber aprendido de los mejores catedráticos.

INDICE DE CONTENIDO

| | Paginas |
|--|---------|
| I.- INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1.- Objetivo..... | 2 |
| II.- REVISION DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1.- Origen | 3 |
| 2.3.- Descripción morfológica de la planta | 4 |
| 2.3.- Materia seca..... | 11 |
| 2.5.- Rendimiento de grano | 12 |
| 2.6.- Déficit hídrico en la planta | 15 |
| 2.7.- Respuestas de las plantas al déficit hídrico | 16 |
| 2.8.- Calidad nutritiva..... | 18 |
| III.- MATERIALES Y METODOS | 20 |
| 3.1.- Localización del área de estudio | 20 |
| 3.2.- Clima | 21 |
| 3.3.- Suelo | 22 |
| 3.2.- Material genético..... | 22 |
| 3.3.- Tratamientos evaluados | 23 |
| 3.4.- Diseño experimental..... | 23 |
| 3.5.- Labores culturales | 23 |
| 3.6.- Variables de estudio | 25 |
| 3.7.- Análisis estadístico | 25 |
| IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 27 |
| 4.1 Número de riegos..... | 27 |
| 4.2.- Variables evaluadas | 28 |
| 4.2.1.- Número de espigas por metro cuadrado..... | 28 |
| 4.2.2.- Número de espiguillas por espiga..... | 29 |
| 4.2.4.- Número de grano por espiga. | 30 |
| 4.2.5.- Porciento de grano por espiga..... | 31 |
| 4.2.6 Peso de 1000 granos. | 32 |
| 4.2.7.- Kilogramos por hectárea..... | 33 |

| | |
|-------------------------------|----|
| V.- CONCLUSIÓN | 35 |
| VI.- RESUMEN..... | 36 |
| VII.- LITERATURA CITADA | 37 |
| APENDICE | 42 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.- Ubicación del sitio experimental en relación al estado de Coahuila. | 20 |
| Figura 2.- Tipos de clima en Saltillo. | 21 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 4.1.- Número de riegos de auxilio durante el ciclo del cultivo y láminas de riego aplicadas para los tratamientos. | 27 |
| Cuadro 4. 2.- Análisis de varianza para la variable número de espigas por metro. | 28 |
| Cuadro 4.3.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de espigas por metro cuadrado..... | 29 |
| Cuadro 4.4.- Análisis de varianza para la variable número de espiguillas por espigas..... | 29 |
| Cuadro 4.5.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de espiguillas..... | 30 |
| Cuadro 4.6.- Análisis de varianza para la variable número de grano por espiga. | 30 |
| Cuadro 4.7.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de grano por espiga. | 31 |
| Cuadro 4.8.- Análisis de varianza para la variable porcentaje de grano por espiga. | 31 |
| Cuadro 4.9.- Prueba de medias DMS para la variable porcentaje de grano por espiga. | 32 |
| Cuadro 4.10.- Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos..... | 32 |
| Cuadro 4.11.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable peso de 1000 granos..... | 33 |
| Cuadro 4.12.- Análisis de varianza para la variable kilogramo por hectárea. | 34 |
| Cuadro 4.13.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable kilogramo por hectárea..... | 34 |
| Cuadro 4.14.- Análisis de fertilidad..... | 43 |

I.- INTRODUCCION

México es un país que presenta extensas regiones de zonas áridas, y semiáridas, en la zona norte uno de los problemas es la escasez de agua, actualmente este problema es cada vez mayor.

La distribución irregular del agua en México ocasiona diversos conflictos, desde inundaciones hasta sequías, obligando a los municipios, empresas y personas a ser más conscientes en su uso; en los últimos años se ha expresado la necesidad de contar con mayor información para poder hacer un aprovechamiento sostenible del recurso, la crisis de agua a la que en la actualidad se enfrenta el planeta encuentra solución en el ámbito académico con el desarrollo de diferentes métodos e indicadores que permiten evaluar el uso del recurso hídrico y facilitar su gestión (Farell *et al.*, 2013).

En la zona norte del país el gran problema es la limitante del agua en el campo agrícola, debido a este factor los productores han cambiado su forma de cultivar adaptando nuevas tecnologías con enfoque de productividad, rentabilidad y competitividad para un mayor rendimiento en sus cultivos.

Uno de los métodos de riego para el ahorro del agua es disminuir las cantidades de agua aplicadas a los cultivos, así mismo que el rendimiento de los cultivos no se vea afectado y sea semejante a los cultivos regados al 100%, logrando una gran eficiencia en el ahorro de agua.

El triticales (x Triticosecale Wittmack) es un híbrido que resulta de la cruce del trigo con centeno, combinando las mejores características de sus dos progenitores, como son el potencial de rendimiento del trigo y la rusticidad y tolerancia a factores bióticos adversos de centeno, razón por la cual el triticales hace un mejor uso de suelos que no son óptimos para el cultivo de trigo (NRC, 1989).

Presentemente, el triticales establece una opción de producción por la resistencia del centeno y el potencial de rendimiento y los caracteres nutritivos del trigo. El centeno ha aportado al triticales una gran resistencia al frío y a las enfermedades.

En condiciones de estrés (temporal), presenta incluso un mejor comportamiento que el trigo: en suelo seco, permite obtener un rendimiento superior; asimismo, en suelo hidromorfo, gracias a su fuerte capacidad para rebrotar, compensará más fácilmente las pérdidas de brotes que un trigo o una cebada (Mendoza *et al.*, 2006).

Por lo anterior es importante evaluar el comportamiento del triticales a diferentes regímenes de riego, basado en lo anteriormente expuesto, donde se obtenga un fuerte ahorro en la aportación de agua a este cultivo sin afectar su rendimiento o que el porcentaje de reducción en rendimiento sea menor que el porcentaje en ahorro de agua.

1.1.- Objetivo

- Evaluar el rendimiento y componentes del rendimiento en triticales bajo diferentes regímenes de riego.
- Determinar cuál es el régimen de riego más adecuado para este cultivo.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Origen

El triticale es un cereal sintético obtenido a partir de la hibridación de trigo (*triticum aestivum*) y centeno (*Scale cereale*); desarrollado después de los años 60. El Nombre científico es *X Triticosecale Wittmack*, de la familia, Poaceas y subfamilia, Pooideae, tribu de las triticeae (Santoyo Cuevas y Quiroz Mercado, 2004). En 1875, Wilson informó a la Sociedad Botánica de Edimburgo que había obtenido una planta estéril a partir de un cruzamiento trigo x centeno, Rimpau origino el primer triticale fértil en 1888 (Varughese et al., 1987)

En 1888 el alemán Rimpau, en una población de cruzamientos de trigo x centeno, encontró una espiga que tenía 15 granos, 12 de los cuales produjeron plantas fértiles y dichas semillas se multiplicaron de generación en generación, con perfecta fidelidad genética: estos fueron los primeros triticales verdaderos. El alemán Rimpau origino el primer triticale fértil en 1888, en una población de cruzamiento de trigo y centeno, en el cual encontró una espiga que tenía 15 granos, 12 de los cuales originaron plantas fértiles, dichas semillas se reprodujeron de generación en generación, con dicha fertilidad genética. Originando así los primeros triticales verdaderos (Guerrero, 1999).

En 1930 el triticale solo estableció una curiosidad biológica, su apariencia deficiente y baja fertilidad disminuyeron el interés de los fitomejoradores en lo que concernía a su potencial como cultivo alimenticio (Royo, 1992).

Los investigadores en el CIMMYT se beneficiaron con un suceso imprevisto: un cruzamiento espontaneo del triticale con un trigo harinero mexicano desconocido entre la progenie F3 del cruzamiento X30B. Se descubrió que en Armadillo (como se llamó) el cromosoma 2D del trigo harinero sustituyó al cromosoma 2R del centeno. Las características agronómicas que se lograron mediante este cruzamiento

imprevisto resultaron altamente heredables, en 1970 la mayoría de los triticales del CIMMYT incluían Armadillo en sus genealogías (Varughese et al., 1987).

Los materiales Armadillo se distribuyeron entre los fitogenetistas de todo el mundo. Para dotar a los triticales menos prometedores de gran fertilidad, mejores pesos hectolitricos y rendimientos de grano, insensibilidad al fotoperiodo, enanismo, madurez precoz y buena calidad nutricional. En 1969 se iniciaron pruebas internacionales para evaluar y difundir sus selecciones de Armadillo. El desarrollo de germoplasma de amplia adaptación y con altos rendimientos requiere la colaboración de muchos científicos de todo el mundo. El programa internacional de ensayos del triticales comprende el intercambio de materiales y datos relacionados con el mejoramiento entre investigadores universitarios e instituciones públicas de fitogenética. En la actualidad, los viveros internacionales del CIMMYT se siembran en 115 sitios de 71 países (Varughese et al., 1987).

El triticales se puede clasificar según el tipo de cruzamiento por el cual han sido obtenido y por el número de cromosomas que poseen. El triticales hexaploides que se obtienen a partir del cruzamiento entre el trigo duro (especie tetraploide, 28 cromosomas) y el centeno (especie diploide, 14 cromosomas). Dependiendo de si la variedad de triticales pertenece al grupo de los triticales completos o a los triticales sustituidos poseerá unas características u otras como pueden ser una mayor altura de planta, mayor sensibilidad al fotoperiodo, una mayor productividad, una mejor adaptación a zonas con peores condiciones para el cultivo y una calidad harino panadera mejor o peor según pertenezca a uno u otro grupo (Royo, 1992).

2.3.- Descripción morfológica de la planta

El triticales (x *Triticosecale* Wittmack) tiene una apariencia intermedia entre el trigo y el centeno. Es más alto y vigoroso que el trigo, sus hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud, Su espiga es más larga que la del trigo, el grano es alargado, más parecido al grano de centeno que al de trigo (Mergoum et al., 2004).

La planta de trigo está conformada por: sistema radicular, tallo principal y tallo secundario o macollos, hojas, inflorescencias o flor una en el extremo de cada tallo principal y macollos.

Raíz:

La raíz es fibrosa, y se amplían en superficies y profundidades de acuerdo con las condiciones que el suelo tenga, las raíces son superficial, al repetir el cultivo del trigo en la misma are empobrece la zona superficial del suelo del cultivo. Existen dos clases de raíces; las primarias o seminales, y las secundarias o adventicias (Soldano, 1975).

El sistema radicular está compuesto de:

Raíces primaria o seminal. Las seminales están preformadas en el embrión al alargarse la radícula, en la germinación, forma la primera raíz seminal, y unas dos horas después aparece, desde el embrión, dos raíces seminales más, integran a la primera, un par de raíces nuevas. Las tres raíces crecen casi igual y al cabo de algunos días muestra escasas diferencias conforme a su longitud y grosor. Después aparecen un segundo par de raíces seminales por encima del primero, y el número de raíces aumenta a cinco a menudo aparece una sexta raíz primaria .Pocos son los casos en la que se conservan cuatro o cinco raíces seminales en la mayor parte solo encuentran tres raíces primarias o seminales (Soldano, 1975).

Raíces secundaria o adventicia. Comienzan a aparecer después de las primarias. formadas en los nudos inferiores de los tallos principales y delos tallos secundarios o macollos, debajo de la superficie del suelo, y forma un sistema radicular fibrosos, penetrante y extendido, las raíces adventicias son más gruesas que las seminales; al principio no se ramifican y están cubiertas de pelos radiculares en toda su longitud, pero más tarde aparecen ramificaciones. Los pelos radiculares desaparecen, pero no en su totalidad, se mantienen en la zona apical con la finalidad de cumplir su misión

de pelos absorbentes de agua y sales minerales en disolución, que brinda el suelo, cuando esto ocurre dejan de ser tan gruesas pues sufren un afinamiento (Soldano, 1975).

Tallo:

Es un tallo principal y varios tallos secundarios llamados macollos. Los dos tallos, tanto principal como secundario tienen la misma estructura. La formación del tallo principal se origina en el embrión, los macollos se desarrollan en el tallo principal.

El tallo está formado de nudos y entrenudos. En la parte del nudo se encuentran las yemas que dan origen a las hojas y a los macollos. Su altura del tallo varia depende de la variedad, entre 0.60 metros a 1.70 metros (Soldano, 1975).

La forma que tienen los entrenudos es abarrilada, lo normal es encontrar en el tallo 6 internudos o internodios, pero sin embargo se encuentran, 5 y 7 entrenudos, haciendo referencia a un mismo tallo. La longitud del entrenudo es variable, el primer internudo es decir el basal es el más corto, sucesivamente la longitud del entrenudo va aumentando a medida que crece la planta, siendo el ultimo el más largo el que sostiene la espiga (Soldano, 1975).

El diámetro del tallo, aumenta desde el primero al quinto entrenudo, siendo el sexto el más delgado, el diámetro mayor es la parte media estrechándose hacia arriba y hacia abajo.

Los macollos nacen del tallo principal, son ramificaciones laterales en seguida se curvan tomando la posición vertical, paralelo al tallo principal y pueden dar lugar a la formación de nuevos macollos, de tal forma que de una misma planta se originan macollos nacidos del tallo principal o de tallos secundarios, terciarios etc.

El factor varietal se ve influenciado por, época y densidad de siembra, fertilidad de suelo, condiciones climáticas, Si se siembra temprano hay más macollaje, al igual que si se siembra espaciado, como también el terreno fértil estimula el macollaje, al igual que las bajas temperaturas. Se puede comprender que el trigo es una mata formado por varios tallos (Soldano, 1975).

Hoja:

La hoja es formada en el nudo con dos partes importantes vaina y lamina, y de dos estructuras lígula y aurículas, la vaina se desarrolla como un tubo hacia arriba que envuelve el entrenudo superior situado encima del nudo en la cual se origina la hoja. La vaina y el entrenudo crecen a la vez, al llegar a la parte superior del entrenudo, es decir, al nudo siguiente del que le ha servido de origen, se abre, se origina la lámina la cual esta se dirige hacia arriba (Soldano, 1975).

Las láminas de las diferentes hojas son alternas, una se dirige hacia la derecha y otra a la izquierda, en el punto de transición entre la vaina y lamina, una prolongación de la epidermis de la primera se trasforma en lígula, es una formación membranosa muy adherida al tallo la función que realiza es la de protección, evita que el agua de lluvia y la del rocío pueda entrar al espacio que media entre vaina y tallo. En ambos lados de la lígula se ven unos apéndices llamados aurícula que en el trigo tiene de 1,5 mm a 2,5 mm de largo (Soldano, 1975).

La lámina adquiere una forma lanceolada, con una nervadura central que la divide en dos partes de ancho desigual, formándolas más ancha o más cortas que las demás. Al inicio la lámina es de una longitud mayor que la vaina, esto ocurre en la etapa de vida del trigo llamado macollaje, los entrenudos son muy cortos el periodo de macollaje sigue el de encañazón, en lo cual se desarrollan los entrenudos haciéndose más largos y con ellos las vainas (Soldano, 1975).

Inflorescencia:

La inflorescencia llamada espiga se localiza en la parte superior del tallo principal como en cada macollo, esta inflorescencia es compuesta, consta de un eje llamado raquis, en el cual se insertan las inflorescencias simples llamadas espiguillas, las flores no están aisladas, sino reunidas en una inflorescencia llamada espiguillas, la espiguilla se reúne en una inflorescencia compuestas llamada espiga.

Su flor es hermafrodita, con tres estambres, y dos estilos, cada estilo tiene un plumero que compone un estigma. En el ovario globoso salen los dos estilos que llevan los estigmas, y este conjunto femenino está rodeado por los tres estambres, cada uno está formado por su filamento y su antera (Soldano, 1975).

La flor tiene ambos lados dos lodículos o glumelulas, son pequeñísimas formaciones membranosas a costados del ovario. Finalmente todo el conjunto floral (ovario, estilos, estigmas, estambres, y lodículos) está encerrado en una casilla floral llamada antecio, formadas por dos brácteas llamadas glumelas. De las dos glumelas, la inferior recibe el nombre de lemma y la superior de pálea.

La pálea es más corta que la lemma. La descripción que se acaba de hacer se refiere a una flor, la reunión de varias flores constituye a una espiga, puede haber hasta nueve flores en la espiguilla, algunas se reabsorben, y finalmente solo quedan tres o cuatro. Por lo general quedan tres flores por espigas, que a la madurez significan tres granos por espiguilla.

En la espiguilla encontramos dos glumas protectoras de todo el conjunto (inferior y superior), y entre ellas las tres o cuatro flores, en cada una de las cuales se encuentran dos glumelas (lemma y pálea), dos glumelulas o lodículos y entre estos los órganos florales (Soldano, 1975).

En la lemma puede salir una prolongación larga llamada arista o barba. Esta es un carácter varietal, según la variedad de trigo hay o no arista, pero si las hay se encuentran en todas las espiguillas sin excepción. Las aristas salen únicamente de la lemma de la primera y segunda flor, nunca de la tercera y cuarta si las hay.

Las espigas se clasifican, en aristadas y místicas. Pero en realidad y por lo que se acaba de explicarse, son los trigos los que se clasifican en aristados y místicos. Para determinar con espiguillas agreguemos que posee un pequeño eje llamado raquilla sobre el cual se insertan las flores de la misma (Soldano, 1975).

Espiga:

Tiene un eje central llamado raquis, es articulado, formado de pequeños segmentos llamados artejos. La parte superior del artejo es el muelle o cojín y es aquí en donde se inserta la espiguilla.

La longitud del raquis puede oscilar entre 7 y 10 cm, aunque en algunos casos no pasa de 5 cm y en otros alcanza a 13 cm. Hay de 15 a 20 artejos, aunque algunos caso se llega hasta a 24.

Este mismo es el número de espiguillas en cada espiga, puesto que hay una espiguilla en cada artejo, y está dispuesta en forma lateral, o sea, una espiguilla termina en el extremo o punta superior del raquis, esta espiguilla lateral es fértil.

La espiga va formándose en la caña a los 15 o 20 días del nacimiento de la plántula y se va elevando a medida que crece el tallo. La vaina que nace del último nudo del tallo protege a la espiga del principio, se nota como un hinchamiento de esa vaina y finalmente la espiga se muestra al exterior (Soldano, 1975).

Grano:

Es un cariopse, un fruto seco indehiescente, la semilla está bien adherida al fruto. Se compone de epicardio, mesocarpio y endocarpio. Tan bien de un embrión o futura planta y albumen o endosperma. Su forma de grano varía entre ovoide, cilíndrica, elipsoide dependiendo de la variedad. Sus dimensiones, la longitud desde 4mm hasta 12 mm aproximadamente, el grano presenta dos caras una dorsal y la otra ventral. La dorsal es curva y lisa, excepto en un extremo en la parte puntiaguda del grano, se presenta rugosa en una exención en forma de escudo, llamado escudo o escudete, y que es el sitio en el cual se encuentra el embrión.

En el grano encontramos lo siguiente, pericarpio, es delgada constituida a su vez por tres partes, el epicarpio, mesocarpio, y endocarpio; tegumento de la semilla llamado epispermo o testa, que es el sitio en que está el pigmento que da la coloración a la al grano (Soldano, 1975).

El parénquima es importante desde el punto de vista industrial, es donde se encuentra la harina. El conjunto de epicarpio, mesocarpio, endocarpio, epispermo, capa nucelar y capa de aleurona, constituye el llamado afrecho o salvado, que es separado, en la molienda, de harina. Esta última se encuentra en el albumen, está constituido de almidón y gluten. Es decir un tejido perenquimático, cuyas células son ricas en gránulo de almidón. El almidón es un hidrato de carbono polisacárido, mientras el gluten es de naturaleza proteica (Soldano, 1975).

Fase del grano:

Existen varias clasificaciones para esas fases, y aquí nos ocuparemos de una sola, las siguientes fases son: grano lechoso, madurez amarilla, madurez propiamente dicha y madurez total (planta muerta).

Grano lechoso:

En esta fase, alcanza su máximo volumen. Las distintas partes del embrión están diferenciadas, pero sin alcanzar su total terminación, lo cual no impide que el grano pueda germinar, pero la planta resultara muy débil.

El color del grano, al igual que el de las glumas, es verde, con las hojas inferiores muertas, y se nota un síntoma de madurez en los bordes de las hojas por que se debilita el color verde con la aparición de manchas y estrías de color que varía hacia el amarillo (Soldano, 1975).

Madurez amarilla:

El grano es pastoso y se puede aplastar entre los dedos. El cultivo presenta un color amarillo. La paja es lisa, suave, tenaz y flexible. El grano también va cambiando de color, la clorofila va desapareciendo de él. Es el momento adecuado para la cosecha.

Madurez propiamente dicha:

En tiempo seco se produce a los tres o cuatro días de finalizado el estado de madurez amarilla. Al grano ya no se le puede aplastar entre los dedos, pero si se le puede hendir con las uña (Soldano, 1975).

Madurez total (planta muerta):

El grano es duro, no se hiende con la uña y si lo golpea se desintegra en distintas partes. La paja es dura y quebradiza. En algunas especies, el raquis puede quebrarse (Soldano, 1975).

2.3.- Materia seca

El triticale se usa como grano, también se emplea como forraje en pastoreo o como cultivo de doble propósito. El grano se usa principalmente en alimentación de los animales (Myer y Lozano, 2004). Por su capacidad de rebrote, ciclo de desarrollo y producción, existen tres tipos de triticale forrajero: primaverales, facultativos o intermedios e invernales. Los tipos primaverales son de crecimiento rápido, y su utilización es principalmente para ensilaje y henificado, con un desarrollo y producción similar a la avena (Lozano, 2002).

El triticale requiere alrededor de un 30% menos de agua para lograr igual cantidad de biomasa que el trigo (Hede, 2000). En bajas temperaturas durante las primeras fases de crecimiento del cultivo inducen un lento desarrollo, con un mayor ahijamiento y consecuentemente una mayor producción de forraje (Royo y Tribó, 1997). La producción de materia seca de la parte aérea en triticale es mayor que la de trigo y cebada, y en índice de área foliar es mayor que cebada y avena (López, 1994).

Estudios determinaron que el triticale obtuvo igual índice de eficiencia foliar que la avena y que fue superior al trigo, cebada y centeno. Sus valores de proteína fue el más alto del ensayo al presentar una mayor persistencia de hojas verdes, principalmente al final del periodo (Beratto y Romero, 1977).

Experimentos realizados de 1997-2001 en el estado de Chihuahua, México, evaluaron el potencial forrajero de líneas de triticale de hábito crecimiento tipo primaveral, intermedio e invernal, comparadas con avena, cebada, trigo y centeno, las evaluaciones se realizaron en varias condiciones agroecológicas. Los resultados indicaron la ventaja del triticale sobre los demás cultivos forrajeros principalmente los del hábito intermedio e intermedio-invernal, tanto en producción como en varios parámetros de calidad de forraje (Hinojosa, 2002).

En dos localidades del Norte de México se evaluaron 35 líneas de triticale con diferentes hábitos de crecimiento, además de los testigos AN-31, AN-34 y avena variedad Cuauhtémoc; una vez determinada la producción de forraje verde y seco a través de los dos cortes, se encontraron valores de producción de 33.14 t/ha de forraje verde para el tratamiento más rendidor superando a los tres testigos; la producción de forraje seco máxima fue de 7.12 t/ha superando a la avena en un 66.35 % (Leana, 2000).

2.5.- Rendimiento de grano

El triticale (*X Triticosecale Wittmack*) se siembra principalmente para consumo animal, especialmente como grano para concentrados, compitiendo exitosamente por calidad y precio con el maíz (*Zea mays L.*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*)

(Rojas, 2004). La calidad de las semillas se compone de atributos genéticos, físicos, fisiológicos sanitarios mismos que se determinan durante el ciclo biológico de la planta y es afectado por factores climáticos como la temperatura, el fotoperiodo y la disponibilidad de humedad, y factores fisiológicos como la nutrición y la competencia entre plantas (Moreno, 1996).

El vigor de la semilla es el factor más importante para la calidad, por estar relacionada con una germinación más rápida y uniforme y plántulas más vigorosas y competitivas; se sabe que ésta característica se refleja en el rendimiento (AOSA, 1992). El rendimiento está asociado principalmente al número de granos por unidad

de superficie, aunque cuando cuajan pocos, es compensado en pequeña proporción por granos de mayor peso (Evans y Wardlaw, 1976).

Es ampliamente conocido que el rendimiento de grano en los cultivos está determinado por dos componentes principales, el número de granos por m² y el peso promedio de los mismos (Slafer y Rawson, 1994). Uno de los problemas sin resolver en los triticales es el desarrollo anormal del endospermo, el cual se presenta en el arrugamiento de la corteza del grano, esto ocasiona un bajo peso hectolitrico. El avance por la mejora de la calidad del grano por selección visual no ha sido confortador. En condiciones adecuadas como las que se registran en Sonora, muchas de las líneas más fértiles producen semillas relativamente llenas. En condiciones menos favorables en los ensayos de Toluca, se produce semilla de muy baja calidad (Zillinskiz, 1973).

El triticales granifero (X triticosecale, Wittmack) y el trigo candela (*Triticum durum*, Desf.), pueden ser alternativas válidas para estabilizar los rendimientos de los cereales invernales en zonas de alta variabilidad hídrica, debido a que el triticales requiere alrededor de un 30% menos de agua para lograr igual cantidad de biomasa que el trigo (Hede, 2000).

Reportes mencionan que sembrar en fechas tempranas aumenta el número de tallos, altura de la planta, longitud de la espiga y el peso de mil granos, lo que favoreció el incremento del rendimiento; este disminuyo con las siembras en fechas tardías (Baloch *et al.*, 2010).

Reportes menciona que es importante poseer espigas con capacidad para llevar mayor número de granos antes sequias tempranas que dejan baja densidad de espigas por m² (Gaju *et al.*, 2009). El estrés hídrico previo a la antesis provocan unan reducción en el número de granos por m² (Estrada *et al.*, 2012).

Estudios realizados en el campo experimental de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Roque en Celaya, Guanajuato. Evaluó 3 fechas de siembra la siembra del experimento se realizó el 9 de noviembre del 2006, la segunda siembra se realizó el 23 de noviembre del 2006 y la tercera el

día 7 de diciembre del mismo año se sembró de forma manual depositando las siguientes cantidades de semilla: 50, 75, 100, 125 y 150 kg/ha., en el cual se obtuvieron las medias de : 50 (3.81 t/ha), 75 (4 t/ha), 100 (3.89 t/ha), 125 (3.83 t/ha), 150 (4.67 t/ha). De acuerdo con los resultados, la mejor fecha de siembra para vigor fue la del 9 de noviembre (Mendoza *et al.*, 2011).

Estudios realizados en Rio Cuarto (Córdoba), registraron el rendimiento de 39 introducciones de triticales y seis testigos. La proyección del testigo de mayor rendimiento fue de 1055 kg/ha mientras que el de menor rendimiento fue de 400 kg/ha (Cardozo *et al.* 2005). En ensayos previos, estos cultivares rindieron entre 2000 y 3000 kg/ ha (Grassi *et al.*, 2003).

Estudios realizados en la estación experimental Santa Rosa de la universidad Austral de Chile en Valdivia, se evaluaron tres especies de cereales de clima templado (trigo, cebada y triticales) y dos regímenes hídricos durante el período entre floración y madurez fisiológica (riego y seco) durante la temporada 2008/09. En el cual el triticales obtuvo el mayor rendimiento con 12.9 t/ ha en riego y 12.8 t /ha en seco, en cebada obtuvo 11 t/ ha en riego y 10.8 t ha⁻¹ en seco y en trigo 10 t/ ha en riego y 10.9 t/ ha en seco (Quiroz, 2010).

Estudio realizado en dos localidades: Cuesta del Carmen (CDC) y Mesas de San Martín (MSM) del municipio Villa de Allende, México. Se evaluó el rendimiento del triticales en el ciclo Primavera-Verano, en andisolos; con dos niveles de calcio (0 y 40 kg/ ha de Ca) y tres niveles de fósforo (0, 40 y 80 kg /ha de P₂O₅), aplicando caldrazo y superfosfato triple como fuente de calcio y fósforo. El mayor rendimiento en CDC fue de 1672.7 kg /ha y se obtuvo con el tratamiento 0-80 de calcio y fósforo. En cambio el rendimiento máximo en MSM fue 2528.5 kg/ha se obtuvo con el tratamiento 40-40 siendo 31.55% superior respecto a su testigo (1714.9 kg/ha). El rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos en ambas localidades superó al rendimiento de los trigos harineros y duros que oscilan entre 1000 y 1400 kg/ ha en estos lugares (Cruz *et al.*, 1998).

2.6.- Déficit hídrico en la planta

En el rendimiento del trigo puede considerarse el producto de tres componentes: la cantidad de panícula por unidad de área, cantidad de grano por panícula y tamaño de grano, los componentes se desarrollan en secuencia, por lo tanto el estrés hídrico afecta a la cantidad potencial de hijuelos (Brotos axilares o macollos), y por ende, de panícula por unidad de área, también afecta la cantidad de granos por panícula y por último, el tamaño de grano. En términos generales, el estrés temprano en la planta limita la cantidad de hijuelos (macollos) y el estrés después de la antesis reduce el tamaño de los granos individuales y la cantidad de granos hasta el aborto de los granos en desarrollo (Passioura y Angus, 2010). La planta en todo su ciclo de cultivo, no muestra la misma sensibilidad a la disponibilidad de agua, en la prefloración o floración y la maduración del fruto es la etapa en la que se ve más afectadas por el estrés hídrico, en esta época la planta necesita mayor aporte hídrico. Por lo tanto una vez germinada, puede soportar más fácilmente la falta de riego hasta épocas citadas. Es posible, en una primera aproximación, reducir el riego en esas épocas. Asimismo está demostrado que un moderado estrés en la primera fase del crecimiento del cultivo, generalmente antes de la floración, puede no solo disminuir la producción, sino provocar la precocidad, lo que a efectos comerciales puede resultar beneficioso. En efecto a menores aportes hídricos en los estados iniciales del cultivo, son recomendables, la determinación cuantitativa del estrés hídrico no es tan fácil de calcular, depende de una serie de factores, principalmente del contenido inicial de agua de suelo. Existe una práctica unánime entre los investigadores en la necesidad de partir de un perfil de suelo bien humedecido antes de la siembra (Castañón, 2000).

El método del índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI, por sus siglas en ingles), es una medida de la transpiración que ocurre en una planta en el tiempo de medición, mediante el registro de la temperatura de la planta y el déficit de presión de vapor del agua. Este enfoque metodológico es necesario para la correcta programación del riego en cultivos agrícolas en campo abierto. Las mediciones del estrés hídrico de los

cultivos combinado con sistemas eficientes de riego permiten maximizar el rendimiento a través de un manejo eficiente del riego (Garrot *et al.*, 1990).

2.7.- Respuestas de las plantas al déficit hídrico

Las plantas han respondido al estrés hídrico desarrollando evolutivamente adaptaciones a nivel fisiológico, bioquímico y molecular que les permiten vivir bajo condiciones de constante estrés hídrico. Las plantas poseen mecanismos de aclimatación que se activan en respuesta a estrés hídrico y que incluyen la producción de proteínas funcionales y regulatorias (Shinosaki y Yamaguchi-Shinosak, 2006). Una de las proteínas funcionales que aumentan su expresión en respuesta a estrés son relacionados con la biosíntesis de osmolitos. Son muy importantes en el ajuste osmótico y protegen a las células de las especies reactivas de oxígeno (Pinhero *et al.* 2001). La prolina, uno de los más comunes osmolitos, además de hacer ajuste osmótico, protege las membranas y las proteínas de la deshidratación y actúa como desintoxicador de radicales libres (Cortina y Culiáñez-Macià, 2005; Ashraf y Foolad, 2007).

Cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, las plantas pueden presentar respuestas de aclimatación que tienen efectos sobre el crecimiento, como la disminución de la expansión foliar y el aumento del crecimiento radicular (Potters *et al.* 2007; Shao *et al.*, 2008).

Cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, se dan cambios en procesos de desarrollo que tienen varios efectos sobre el crecimiento. Uno de principal importancia es la limitación específica de la expansión foliar. Aunque el área foliar es importante, pues de ella depende la fotosíntesis, una rápida expansión foliar puede afectar negativamente la adaptación a la poca disponibilidad de agua. Otro proceso que se modifica es el crecimiento radicular. La disponibilidad de agua afecta la relación entre el crecimiento de la parte aérea y la raíz; la raíz continúa su desarrollo mientras que la parte aérea deja de crecer por causa del estrés. Así, las plantas son capaces de continuar el desarrollo de sus raíces en búsqueda de agua en zonas más profundas del suelo (Potters *et al.* 2007; Shao *et al.*, 2008).

Las condiciones de limitación de agua inducen en las plantas respuestas que afectan su morfología, fisiología y metabolismo. Entre los cambios fisiológicos y metabólicos que ocurren se encuentran la disminución en la síntesis de proteínas y, por tanto, en la velocidad de crecimiento, el aumento de cera en la cubierta de las hojas, cambios en la transpiración, en la respiración, en la fotosíntesis, en la distribución de nutrientes, etc. Todos estos cambios se inducen como parte de una respuesta adaptativa, de tal forma que aquellas especies que se han seleccionado en ambientes limitantes en agua inducen estas respuestas rápidamente y, por tanto, disminuyen su velocidad de crecimiento, su transpiración, su eficiencia fotosintética; reorganizan la distribución de sus nutrientes, dándole prioridad a la formación de las semillas para garantizar su reproducción (Covarrubias, 2014).

Cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, las plantas pueden presentar respuestas de aclimatación que tienen efectos sobre el crecimiento (Potters *et al.* 2007; Shao *et al.*, 2008). Unas de las respuestas que se consideran más relevantes son:

Inhibición del crecimiento:

Los primeros efectos del déficit hídrico sobre los vegetales es la inhibición de la elongación celular y por ende, del crecimiento (Mullet y Whitssit, 1996). Las hojas cambian su ángulo de inclinación, se enrollan o se recambian, y se incrementa la relación del peso entre la raíz y la parte aérea (la raíz mantiene su velocidad de crecimiento, en tanto que la parte aérea la disminuye) (Covarrubias, 2014).

Cierre estomático:

Otro mecanismo de resistencia a nivel fisiológico es el cierre de estomas, estructuras responsables de la mayor proporción de pérdida de agua en las plantas (Taiz y Zeiger, 2006). El fenómeno está vinculado al aumento de los niveles xilemáticos (o cambios en la compartimentalización) del ácido abscísico (ABA),

aunque la intensidad de la respuesta puede ser modulada por otros factores tales como el gradiente de presión parcial de vapor de agua (VPD) de forma aún no del todo esclarecida (Tardieu, 1997, Tardieu y Simonneau, 1998). El resultado del cierre estomático es disminuir la tasa de transpiración y prevenir la pérdida de agua. Cuando la mayor humedad del ambiente permite tener los estomas abiertos acumula durante la noche CO₂ atmosférico, con la llegada del día se cierran los estomas, lo que detiene la asimilación de CO₂ y previene las pérdidas de agua (Black y Osmond, 2003).

2.8.- Calidad nutritiva

Las características del triticale es semejante a la del trigo en algunos aspectos, su calidad nutritiva llega a superarlo. Lo que hace esencialmente apropiado para sustituir o complementar a otros cereales en la alimentación humana o animal, es el mayor contenido de lisina del triticale, su mejor digestibilidad de proteínas y el balance de minerales. Estudios alimentarios realizados han informado que el triticale iguala o a veces supera al trigo cuando se utiliza como componente del alimento animal; por otra parte, el grano es muy prometedor como sustituto del trigo, maíz, sorgo, cebada y centeno. Cuando es utilizado como forraje, se ha observado que tiene un potencial de forraje y contenido proteico superiores a los de la avena, y también presenta rendimientos de ensilaje y forraje más altos que los del trigo, centeno, avena, y cebada (Varughese et al., 1987).

Pruebas de pastoreo realizadas con novillos señalaron aumentos diarios medios en equivalentes a 0.72 kg en animales alimentados con triticale, en comparación con 0.69 kg en los que comían trigo y 0.59 kg en los alimentados con centeno. Estudios alimentario realizados en el cual el triticale fue el cereal básico en la dieta animal, se ha informado que el grano no produjo respuestas congruentes con su contribución de nutrientes. Estos resultados indican la presencia de factores antinutritivos, presumiblemente heredados de los centenos progenitores, e implican además que es necesario proceder con cautela cuando se usa el triticale en raciones forrajeras.

Muchas de las diferencias en los resultados pueden atribuirse a la gran variación genética de las muestras que se utilizaron. Las calidades nutritivas del triticales son tales que, combinadas con sus diversos usos y capacidad de desarrollarse en ambientes difíciles, hacen de este cereal una atractiva opción para los productores de todo el mundo (Varughese et al., 1987). Los beneficios del triticales en cuanto a calidad (proteínas, palatabilidad, etc.) es de importancia, ya que incluyen mucho en la producción de los animales que lo consumen. En los trabajos desarrollados en el Centro de Investigación Agraria “Finca La Orden-Valdesequera.” Se han obtenido valores del contenido de proteína bruta en torno al 25%, justo antes de que los animales entren a consumir el forraje del triticales (Gil et al., 2008).

El grano del triticales presenta una calidad nutritiva similar a la del trigo, y se parece más al trigo que al centeno en cuanto a tamaño, forma y composición química del grano, puede utilizarse como componente del forraje y se combina mejor con el trigo en la elaboración de pan para consumo humano (Varughese et al., 1987).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Localización del área de estudio

La investigación se realizó en el jardín hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila México y cuyas coordenadas geográficas son 2805731.00 m N y 295136.00 m E con una altitud media sobre el nivel del mar de 1766m, con zona 14. (Figura 1)

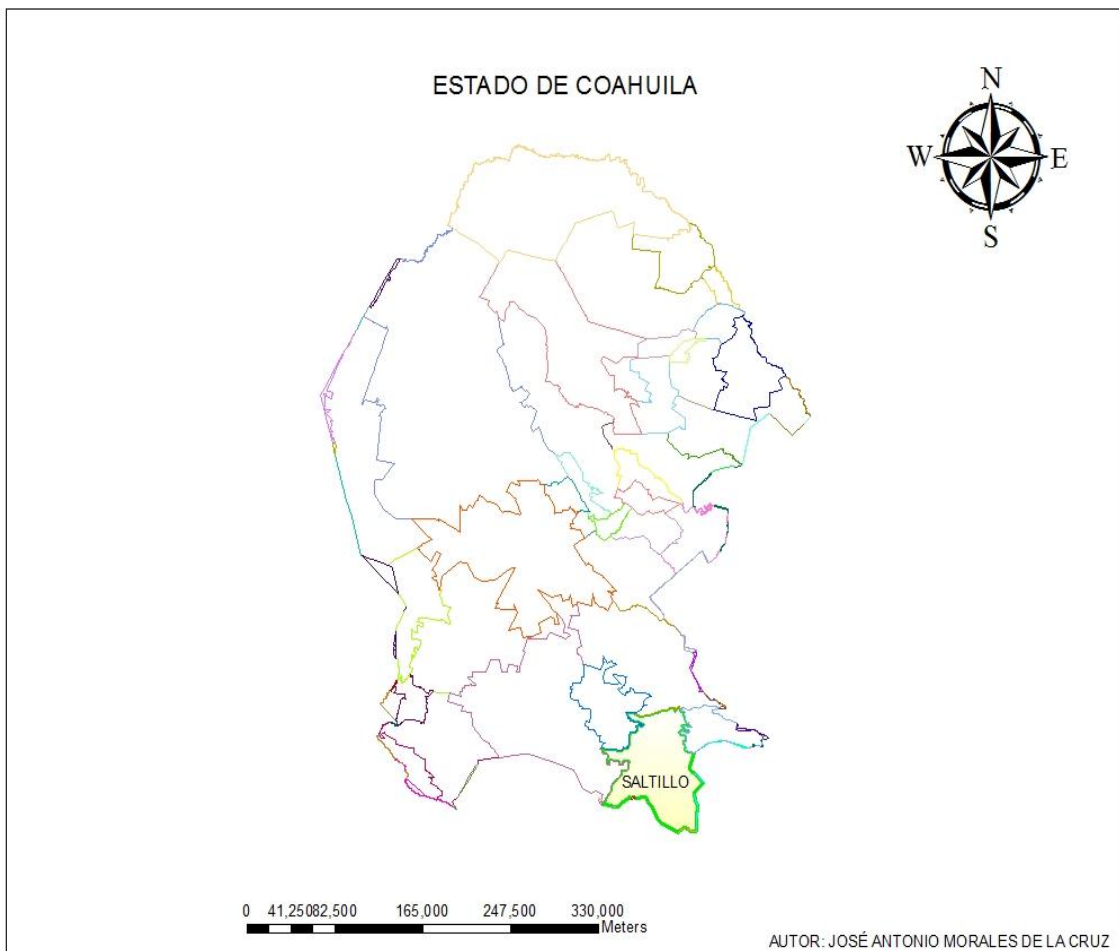


Figura 1.- Ubicación del sitio experimental en relación al estado de Coahuila.

3.2.- Clima

El clima predominante, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por E. García (1973), es el de tipo BWh° (x)(e) que equivale a un clima muy seco, semicalido, con invierno fresco, extremoso y verano cálido, lluvias intermedias entre verano e invierno, con una precipitación media anual de alrededor de 443 mm y una evaporación promedio anual de 2167 mm. Los tipos de clima que predominan en Saltillo se muestran en la siguiente figura.

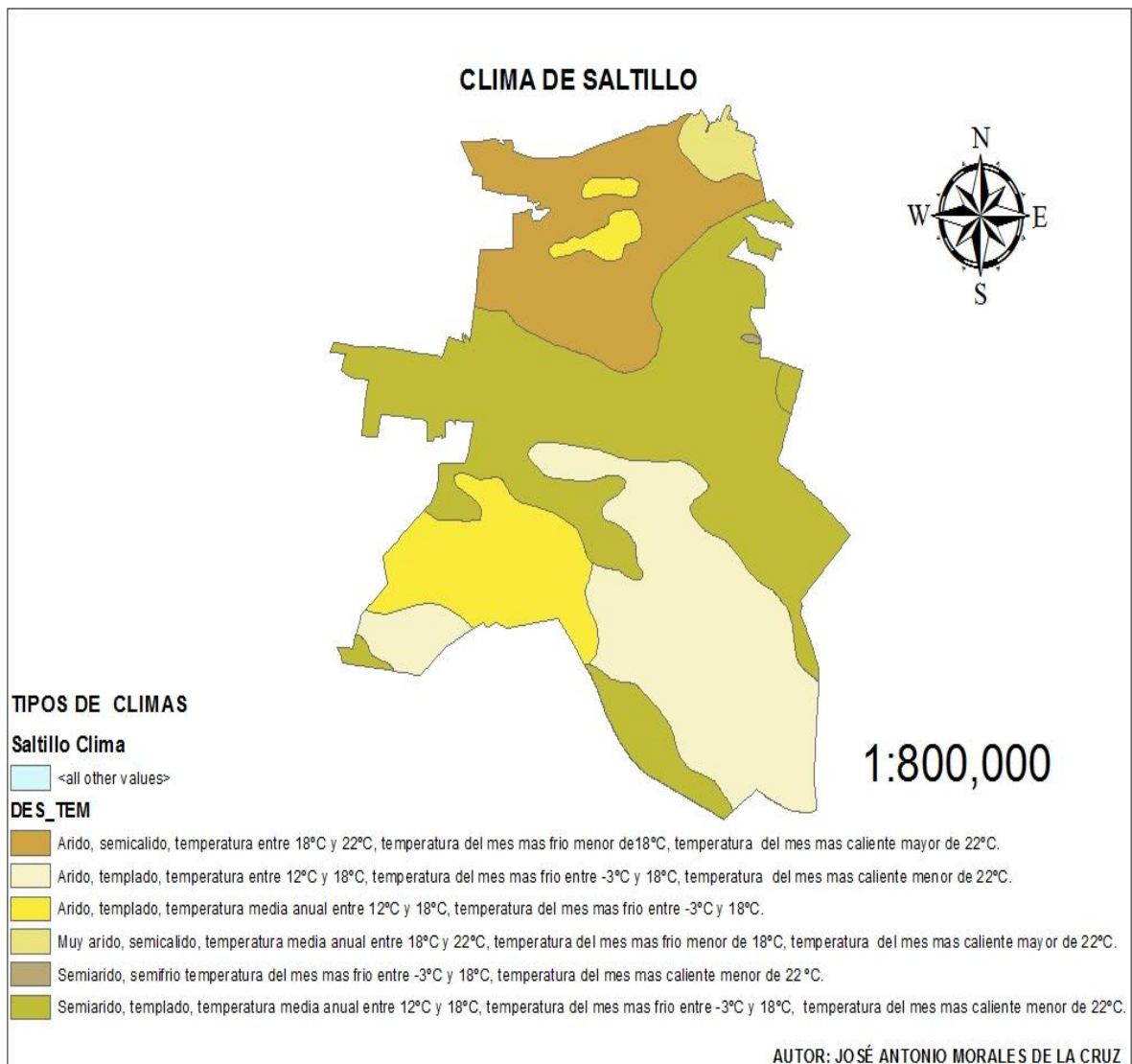


Figura 2.- Tipos de clima en Saltillo.

3.3.- Suelo

El suelo es de origen aluvial, pertenece a la unidad taxonómica faeozem calcárea de acuerdo a CETENAL, (1976). De acuerdo a los análisis de fertilidad de suelo.

En la parcela 1 la textura es migajón arcilloso en el estrato 00-30 cm, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.177 %, el de fósforo es 39.15 kg/ha y el de potasio 2.25 kg/ha. En el estrato 30-60 cm la textura es migajón arcilloso, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.174 %, el de fósforo es 30.15 kg/ha y el de potasio 2. kg/ha.

En la parcela 2 la textura es migajón en el estrato 0-30 cm, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.164 %, el de fósforo es 40.15 kg/ha y el de potasio 4.5 kg/ha. En el estrato 30-60 cm es migajón arcilloso, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.183 %, el de fósforo es 30.1 kg/ha y el de potasio 2.25 kg/ha.

En la parcela 3 la textura es migajón arcilloso en el estrato 00-30 cm, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.142 %, el de fósforo es 45.45 kg/ha y el de potasio 4 kg/ha. En el estrato 30-60 cm. su textura es migajón arcilloso, el contenido de nitrógeno es 0.139%, el de fósforo 42.2 kg/ha y el de potasio 2.25 kg/ha.

En la parcela 4 la textura es migajón arcilloso en el estrato 0-30 cm, en cuanto a la fertilidad el contenido de nitrógeno es 0.155 %, el de fósforo es 54.45 kg/ha y el de potasio 4 kg/ha. En el estrato de 30-60 cm su textura es migajón arcillo-arenoso, el contenido de nitrógeno es 0.152 %, el de fósforo es 45.4 kg/ha y el de potasio 4.5 kg/ha (tabla 1, apéndice).

3.2.- Material genético

El material genético utilizado en el presente estudio fue la variedad triticales V31 P, proporcionado por el Dr. Javier Lozano del grupo de cereales de la UAAAN.

3.3.- Tratamientos evaluados

En el presente estudio se evaluaron 4 regímenes de riego con el propósito de someter a la planta a estrés hídrico durante el ciclo vegetativo de la planta.

Tratamiento 1. Al momento de riego se aportó el 100% del requerimiento de riego del cultivo.

Tratamiento 2 Al momento de riego se aportó el 80% del requerimiento de riego del cultivo.

Tratamiento 3. Al momento de riego se aportó el 60% del requerimiento de riego del cultivo.

Tratamiento 4. Al momento de riego se aportó el 40% del requerimiento de riego del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo se efectuaron 6 riegos. Los requerimientos de riego se determinaron por la ecuación de Penman-Monteith (Manual FAO 56). Los riegos se realizaron utilizando un sistema de riego por aspersión.

3.4.- Diseño experimental

Se realizó el diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento. Se elaboró el análisis de varianza y comparación de medias con $P (0.05)$.

3.5.- Labores culturales

La preparación del terreno se realizó el 6 de diciembre 2011, inicialmente se barbecho el terreno, enseguida se efectuó un rastreo con la finalidad de quitar los terrones, esta labor es muy importante pues influye mucho en la relación planta-agua-aire, y asimismo provocar un ambiente agradable para la semilla.

La siembra se efectuó el 15 de diciembre 2011, con una densidad de 100 kg/ha, con una separación entre líneas de 0.30 m, el área de las parcelas fue de 240 m² (8 x 30 m), y la unidad experimental fue de 48m² en promedio (8 x 6m).

Fertilización:

. La fertilización se realizó al momento de la siembra con una dosis de 140-80-00, la fuente nitrógeno fue el Sulfato de amonio y la de fosforo fue el Pentóxido de fosforo, los dos granulados.

Riegos efectuados:

Los riegos se aplicaron con un sistema por aspersión, cada parcela contaba con 10 aspersores, la lámina de riego aportada se determinó colocando recipientes colectores en las parcelas, se cuantificó el volumen y la lámina aplicada, y se calculó la velocidad de precipitación promedio en cm/hr, valor que fue utilizado como referencia para calcular el tiempo de riego de acuerdo a la lámina por aportar. El riego de presembrado se aplicó el 8 de diciembre 2011 en todos los tratamientos.

El Segundo riego se aplicó el 22 diciembre 2011, colocando recipientes colectores en las parcelas para determinar la lámina aplicada por los aspersores. Fórmula para calcular lámina precipitada y velocidad de precipitación.

Dónde:

Lmp=lamina precipitada (cm).

Vr= Volumen recolectado (cm³).

A= Area del colector (cm²).

Vp= Velocidad de precipitación (hr).

T= Tiempo de riego (hr).

$$Lmp = \frac{Vr}{A}$$

$$Vp = \frac{Lmp}{T}$$

Control de malezas:

Se realizaron 2 labores de deshierbe con azadón para cada una de las parcelas, las malezas que se encontraban junto con la planta se quitaron con la mano, esto con el fin de no dañar las plantas.

3.6.- Variables de estudio

Número de espigas por metro cuadrado

Número de espiguilla por espiga.

Número de grano por espiga.

% de grano por espiga.

Peso de 1 000 granos.

Rendimiento de grano en kg/ha

Para la evaluación del rendimiento y sus componentes, en cada repetición de los tratamientos se cosecho una parcela útil de 2.8 m² en el centro de la repetición, inmediatamente se contabilizo el número de espigas que había en la parcela útil. Se tomó una muestra de 20 espigas por cada repetición para evaluar el número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, porcentaje de grano por espiga, el peso de 100 granos extrapolándose el peso de 100 granos a 1000 granos. Se cosecho el 1 de junio de 2012.

Se calculará la eficiencia en el uso del agua, que representa para cada uno de los tratamientos.

3.7.- Análisis estadístico

Los datos se analizaron por análisis de varianza utilizando el paquete de diseños experimentales de la UANL, al igual que para los análisis de comparación de medias.

Modelo para el análisis estadístico

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ Dónde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$...tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, n$...observaciones

Y_{ij} = La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación (Dicovsky y Pedroza, 2000).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de riegos

Durante el desarrollo del cultivo se efectuaron 6 riegos de auxilio, para el tratamiento del 100% ETc la cantidad total regada fue de 52.6 cm, en el tratamiento del 80% ETc fue de 43.1 cm, el tratamiento del 60% ETc fue de 36 cm y el tratamiento del 40% ETc fue de 25.57 cm.

Cuadro 4.1.- Número de riegos de auxilio durante el ciclo del cultivo y láminas de riego aplicadas para los tratamientos.

| | | 1 Riego de auxilio | 2 Riego de auxilio | 3 Riego de auxilio | 4 Riego de auxilio | 5 Riego de auxilio | 6 Riego de auxilio | |
|-----------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-------------|
| | | | | | Espigamiento | Floración | Estado lechoso-masoso | |
| | | Fecha | Fecha | Fecha | Fecha | Fecha | Fecha | |
| | | 27/01/2012 | 06/03/2012 | 20/03/2012 | 03/04/2012 | 18/04/2012 | 03/05/2012 | |
| | | Lr cm | Lr cm | Lr cm | Lr cm | Lr cm | Lr cm | Lr total cm |
| Parcela 4 | 100%Etc | 10 | 7.875 | 8.25 | 7.5 | 9 | 10 | 52.6 |
| Parcela 3 | 80%Etc | 9 | 6.3 | 6.6 | 6 | 7.2 | 8 | 43.1 |
| parcela 2 | 60%Etc | 10.45 | 4.725 | 4.95 | 4.5 | 5.4 | 6 | 36 |
| parcela 1 | 40%Etc | 8.52 | 3.15 | 3.3 | 3 | 3.6 | 4 | 25.57 |

4.2.- Variables evaluadas

4.2.1.- Número de espigas por metro cuadrado

El ANVA para el número de espiga por metro cuadrado (cuadro 4.2), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 9.58 %.

Cuadro 4. 2.- Análisis de varianza para la variable número de espigas por metro.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|--------------|--------------|---------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | F | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 54055.625000 | 18018.541016 | 24.7319 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 11656.875000 | 728.554688 | | | |
| TOTAL | 19 | 65712.500000 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05) C.V. = 9.58 %.

El análisis de comparación de medias (cuadro 4.3), muestra que el tratamiento 2 regado al 80% del RR, es estadísticamente igual al tratamiento 1 regado al 100% (testigo) RR, por lo cual no es afectado por el déficit hídrico, debido a que mostro una gran similitud. El tratamiento 3 regado al 60% del RR, mostros semejanza con el tratamiento 2, pero no es estadísticamente igual al tratamiento 1 (testigo), sin embargo el tratamiento 4 regado al 40% del RR, tuvo menor número de espigas. Siendo así, el tratamiento 2 el que obtuvo un mayor número de espigas. Estudio realizado por Santo, (2005) en Argentina, evaluó cinco cultivares de triticales (Cayú, Genú, Ñincá, Quiñé y Tizné) durante 2004 y 2005. El promedio de espigas/ m² fue de 231.67 (120,12 a 310,6). Así mismo Quiroz, (2010) realizo estudio en Chile, en el cual comparo en triticales (C.V. Aguacero) el número de espigas por metro cuadrado, entre dos regímenes hídricos (secano y riego). El número de espigas fue mayor en el cultivo bajo tratamiento de secano con 422 espigas/m², sin embargo en el tratamiento de riego obtuvo 411 espigas/m². Los resultados en esta investigación muestran que el número de espigas por metro cuadrado es menor que los obtenidos

por Quiroz, sin embargo Santo obtuvo el menor número de espigas por metro cuadrado.

Cuadro 4.3.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de espigas por metro cuadrado.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-------------|
| Tratamiento 1. Al 100% | 328.2000 A |
| Tratamiento 2. Al 80% | 313.0000 AB |
| Tratamiento 3. Al 60% | 290.8000 B |
| Tratamiento 4. Al 40% | 194.6000 C |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

4.2.2- Número de espiguillas por espiga

El ANVA para número de espiguilla (Cuadro 4.4) mostró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 7.73 %.

Cuadro 4.4.- Análisis de varianza para la variable número de espiguillas por espigas.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|------------|------------|---------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 596.640625 | 198.880203 | 10.0014 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 318.164063 | 19.885254 | | | |
| TOTAL | 19 | 914.804688 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05). C.V. = 7.73 %.

El análisis de comparación de medias (cuadro 4.5), muestra que los tratamientos 1 (testigo) regado al 100% del requerimiento de riego, 2 regado al 80% del requerimiento de riego, y 3 regado al 60% del requerimiento de riego, son estadísticamente iguales, por lo tanto los tratamientos 2 y 3 no son afectados por el déficit de agua, sin embargo el tratamiento 4 si fue afectado, debido a que mostro un

menor número de espiguillas. Estudios realizados por Bergues *et al.*(2001), en Argentina, analizaron las primeras generaciones de tricepiro (F2, F3, F4) provenientes del cruzamiento del triticale Don Santiago INTA, por el trigopiro Don Noé INTA, durante los años 1996, 1997, 1998, en el cual promedio cinco espigas desarrolladas (estériles y fértiles), los resultados no mostraron grandes diferencias en los promedios de tres generaciones, F2;(24.2), F3; (21.7), F4;(25.4) espiguillas por espigas.

Los resultados en esta investigación muestran un mayor número de espiguillas por espiga que los obtenidos por Bergues.

Cuadro 4.5.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de espiguillas.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-----------|
| Tratamiento 1. AI 100% | 62.7400 A |
| Tratamiento 2. AI 80% | 61.4400 A |
| Tratamiento 3. AI 60% | 57.8400 A |
| Tratamiento 4. AI 40% | 48.7600 B |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

4.2.4.- Número de grano por espiga.

El ANVA para el número de grano por espiga (cuadro 4.6), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 9.17 %.

Cuadro 4.6.- Análisis de varianza para la variable número de grano por espiga.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|-------------|------------|---------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | F | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 1164.320313 | 388.106781 | 19.7749 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 314.019531 | 19.626221 | | | |
| TOTAL | 19 | 1478.339844 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05) C.V. = 9.17 %.

El análisis de comparación de medias para grano por espiga (cuadro 4.7), presenta que los tratamientos regado al 100%, 80% y 60% del requerimiento de riego son estadísticamente iguales, mientras que el tratamientos 4 regado al 40% del RR, tuvo menor número de grano por espiga. Estudio realizado por Quiroz, (2010) en Chile, obtuvo bajo condiciones de riego y secano 59 y 60 granos por espiga respectivamente. En esta investigación los rendimientos obtenidos fueron ligeramente menores, aunque si hubo fuerte reducción para el tratamiento de mayor déficit hídrico.

Cuadro 4.7.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable número de grano por espiga.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-----------|
| Tratamiento 1. AI 100% | 55.1800 A |
| Tratamiento 2. AI 80% | 51.3600 A |
| Tratamiento 3. AI 60% | 51.3400 A |
| Tratamiento 4. AI 40% | 35.3800 B |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

4.2.5.- Porcentaje de grano por espiga.

El ANVA para el porcentaje de grano por espiga (cuadro 4.8), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 4.19 %.

Cuadro 4.8.- Análisis de varianza para la variable porcentaje de grano por espiga.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|------------|------------|---------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | F | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 692.468750 | 230.822922 | 19.4377 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 190.000000 | 11.875000 | | | |
| TOTAL | 19 | 882.468750 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05) C.V. = 4.19 %.

El análisis de comparación de medias para el porcentaje de grano por espiga (cuadro 10), mostró que en los tratamientos 2 regado al 80% del RR, y 3 regado al 60% del RR, son estadísticamente iguales, debido a que ambos tratamientos son semejantes al tratamiento 1 regado al 100% del RR (testigo), no se vieron afectados, el tratamiento 4 regado al 40% del RR, es estadísticamente diferente mostrando un menor rendimiento.

Cuadro 4.9.- Prueba de medias DMS para la variable porcentaje de grano por espiga.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-----------|
| Tratamiento 1. Al 100% | 87.8200 A |
| Tratamiento 3. Al 80% | 85.4000 A |
| Tratamiento 2. Al 60% | 83.5600 A |
| Tratamiento 4. Al 40% | 72.4600 B |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

4.2.6 Peso de 1000 granos.

El ANVA para el peso de 1000 granos (Cuadro 4.10), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 5.79 %.

Cuadro 4.10.- Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|------------|-----------|--------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | F | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 114.310547 | 38.103516 | 7.2921 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 83.605469 | 5.225342 | | | |
| TOTAL | 19 | 197.916016 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05) C.V. = 5.79 %.

El análisis de comparación de medias (Cuadro 4.11), mostró que el tratamiento 2 regado al 80% del RR, es estadísticamente igual al tratamiento 1 regado al 100% del RR (testigo), por lo cual no es afectado, debido a que mostro una gran similitud. El tratamiento 3 regado al 60% del RR, mostro semejanza con el tratamiento 2 pero no es estadísticamente igual al tratamiento 1 (testigo), sin embargo el tratamiento 4 regado al 40% del RR, es estadísticamente diferentes a los demás tratamientos mostrando un menor rendimiento. Siendo así, el tratamiento 2 el que obtuvo el mayor peso de 40.92 g. Por otro parte estudio realizado por Quiroz, (2010) en Chile, obtuvo que el peso de 1000 granos en el triticale (C.V. Aguacero), bajo riego y seco fue de 53.1 g y 50.9 respectivamente. Los resultados en esta investigación muestran que el peso de 1000 granos es menor que los obtenidos por Quiroz, (2010) y esto es debido a la variedad utilizada.

Cuadro 4.11.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable peso de 1000 granos.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-----------|
| Tratamiento 1. Al 100% | 42.1700A |
| Tratamiento 2. Al 80% | 40.9200AB |
| Tratamiento 3. Al 60% | 39.0000B |
| Tratamiento 4. Al 40% | 35.8300C |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

4.2.7.- Kilogramos por hectárea.

El ANVA para kilogramo por hectárea (Cuadro 4.12), mostró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos, con un coeficiente de variación de 14.26 % el cual es aceptable.

Cuadro 4.12.- Análisis de varianza para la variable kilogramo por hectárea.

| ANVA | | | | | | |
|--------------|----|------------|------------|---------|----------|----------|
| FV | GL | SC | CM | F | Ft(0.05) | Ft(0.01) |
| TRATAMIENTOS | 3 | 42185664.0 | 14061888.0 | 39.4089 | 3.24* | 5.29** |
| ERROR | 16 | 5709120.0 | 356820.0 | | | |
| TOTAL | 19 | 47894784.0 | | | | |

*= Al 95% de seguridad (nivel de significancia 0.05).

**= Al 99% de seguridad (nivel de significancia 0.05) C.V. = 14.26 %.

La prueba de comparación de medias para rendimiento de grano kg/ Ha (Cuadro 4.13), mostró que el tratamiento 2 regado al 80% de RR y el tratamiento 1 regado al 100% de RR (testigo) son estadísticamente iguales y superiores que el tratamiento 3 y este a su vez superior que el tratamiento 4. Estudio realizado por Murillo *et al*, (2001) en Baja California Sur, México, evaluando líneas de triticale, selecciono líneas con rendimientos máximos de 3.0, 3.0, 3.1, 3.1 t ha, por otra parte, Estrada *et al*. (1998), menciona que en áreas de secano o temporal como Toluca y Atlacomulco, con genotipos de triticale liberados por CIMMYT, han obtenido rendimientos máximos de grano de 7.66 t ha⁻¹ (genotipo Dagro/lbex//Civet #2) y de 4.66 t ha⁻¹ en la variedad de triticale denominada Eoruga. Los rendimiento obtenidos en los tratamiento 1 y 2 en esta investigación, podemos considerarlos altos comparándolos con los obtenidos por Murillo *et al* (2001), pero no así de los obtenidos por Estrada *et al* (1998).

Cuadro 4.13.- Prueba de medias DMS 0.05 para la variable kilogramo por hectárea.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|------------------------|-------------|
| Tratamiento 1. Al 100% | 5542.6001 A |
| Tratamiento 2. Al 80% | 5304.2002 A |
| Tratamiento 3. Al 60% | 4027.6001 B |
| Tratamiento 4. Al 40% | 1879.2000 C |

Medias con letras diferentes de cada columna no son estadísticamente iguales.

V.- CONCLUSIÓN

El triticale (X Triticosecale Wittmack) es un cultivo de gran interés debido a su tolerancia a sequias. El tratamiento regado al 100% ETc fue el que obtuvo mayor rendimiento de número de espigas por metro cuadrado, número de espiguillas por espiga, número de grano por espiga, porcentaje de grano por espiga, peso de 1000 granos y rendimiento de grano kg/ha. En la determinación del rendimiento la aplicación de diferentes láminas de riego fueron factor importante, debido a que causo efecto en las variables de producción, cuando la planta es sometida a estrés hídrico moderado como es el caso del 80% RR se pueden obtener rendimientos similares al cultivo de triticale regados al 100% del requerimiento hídrico, esta similitud se obtiene debido a que la planta hace uso eficiente del agua.

VI.- RESUMEN

El triticale (x Triticosecale Wittmack) establece una opción de producción por la resistencia del centeno y potencial de rendimiento y los caracteres nutritivos del trigo. La investigación se realizó en el jardín hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicado en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila México. El suelo es de origen aluvial, el material genético utilizado fue la variedad V31 P, proporcionado por el grupo de cereales de la UAAAN. El objetivo fue evaluar el rendimiento y componentes del rendimiento en triticale bajo diferentes regímenes de riego, para determinar cuál es el régimen de riego más adecuado para este cultivo. El diseño experimental fue completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento. La preparación del terreno se realizó el 6 de diciembre 2011, inicialmente se barbecho el terreno, enseguida se efectuó un rastreo, la siembra se efectuó el 15 de diciembre 2011, con una densidad de 100 kg/ha, con una separación entre líneas de 0.30 m, el área de las parcelas fue de 240 m² (8 x 30 m), y la unidad experimental fue de 48m² en promedio (8 x 6m). La fertilización se realizó al momento de la siembra con una dosis de 140-80-00 de Sulfato de amonio, Pentóxido de fósforo, los dos granulados. Se aplicaron 6 riegos de auxilio, los riegos se efectuaron por aspersión. Las variables a evaluar fueron: número de espigas por metro cuadrado, espiguillas por espiga, número de grano por metro cuadrado, porcentaje de grano por espiga y peso de 1000 granos. Los resultados obtenidos por el tratamiento 2 regado al 80% del RR (5304 kg/ha) obtuvo rendimientos similares al tratamiento 1 regado al 100% del RR (5542.6 kg/ha), los tratamientos 3 y 4, fueron deficientes. Cuando la planta es sometida a estrés hídrico moderado se pueden obtener rendimientos similares a cultivos regados al 100%.

Palabras clave: triticale (x Triticosecale Wittmack), regímenes de riego, rendimiento, estrés hídrico.

VII.- LITERATURA CITADA

- AOSA, 1992. Seed Vigor Testing handbook. Association Official Seed Analysts Contribution No. 32 to the handbook of seed testing. US. 6(2):1-126.
- Ashraf, M. y Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotistress resistance. *Environmental and Experimental Botany* 59, 206–216.
- Baloch, M. S., Shah, H., Nadin, M.A., Khan, M. I. and Khakwani, A. 2010. Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. *J. Anim. Plant Sci* 20: 239-242.
- Black, C.C. y Osmond, B. 2003. Crassulacean acid metabolism photosynthesis: “working the night shift”. *Photosynth. Res.* 76, 329-341.
- Beratto, E., y Romero, O.1977. Estudios preliminares sobre producción, distribución y composición química de la materia seca de triticales comparados con otros cereales.
- Bergues, D.E., Ayssials, G.L y Paccapelo,H.A. 2001. Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de tricepiros (triticale x trigopiro) *Rev.Fac.AgronomíaUNLPam.* Vol.12N°26300 Santa Rosa- Argentina.
- Cardozo, M., Grassi, E., Szpiniak, B., Ferreira, V. 2005. Selección de introducciones de triticale para doble propósito. *Rev. UNRC.* 25(2):109-123
- Castañón, G. 2000. Ingeniería del riego. Utilización racional del agua. COPYRIGHT international. Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A. 198. 7-8.
- Comision Nacional Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1976. Saltillo, carta edafológica 644C33. Escala 1:50000. México.
- Cortina, C. y Culiáñez, M. F.A. 2005. Tomato abiotic stress enhanced tolerance by trehalose biosynthesis. *Plant Science* 169, 75-82.
- Cruz Flores, G., Aviles Marín, S., Cortés Castelán, J.C. 1998. Estudio de adaptabilidad del triticale a diferentes dosis de calcio y fosforo en andisoles. *Terra volumen 16 número 1,*
- Covarrubias Robles, A. A. 2007. Sobrevivir al estrés: cómo responden las plantas a la falta de agua *Biotechnología V14 CS3.indd* 253-262.
- Dicovskyi, L., Pedroza, H. Sistema de análisis estadístico con SPPS. Managua: IICA, INTA, 2007. ISBN13: 978-929039-790.

- Estrada C. G., Slafer, G. A. y Miralles, D. J. 2012. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Res.* 128: 167-179.
- Estrada, C.G., Martínez, C. G., Mergoum, M. y Pfeiffe H. r. 1998. Rendimiento y estabilidad de cultivares de triticale y trigo en la región Toluca-Atzacomulco, México. In: P. Ramírez V., F. Zavala G., N.O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C (eds)
- Evans, L.T. y Wardlaw, I.F. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.* 28: 301-359.
- Farell Baril, C., Turpin, S.M. y Suppen Reynaga, N. 2013. "Huella de agua de uso pública-urbano en México" en: Vol. 4 Núm.1.
- Garrot, Jr, D. J.; Ray, Livingston D.T., M.; Fangmeier, D. D. and Husman, S. H. 1990. Watermelon field irrigation management using the crop water stress index. *Acta Hort.* 278:755-762.
- Gaju, O., Reynolds, M. P., Sparks, D. L y Foulkes, M. J. 2009. Relationships between largen-spike phenotype, grain number, and yield potential in spring wheat. *Crop Sci.* 49: 961-973.
- Gurrero, A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundi Prensa. P 829. 201-205.
- Grassi, E.; Reynoso, L.; Odorizzi, A., Szpiniak, B., Ferreira, V. 2003. Producción de semilla en triticales forrajeros con riego suplementario en Río Cuarto, Córdoba. *Rev. UNR-Cuarto* 23 (1-2)49-57.
- Gil Aragón, A., Llera Cid, F., García Calvo, A.M., Rufo Morgado, S. 2008. La agricultura y la ganadería extremeñas en nuevas oportunidades de alimentación en la dehesa: el triticale. P189.
- García, E. De M., 1974. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, primera edición.
- Hede, A. R., 2000. A new approach to triticale improvement. En: Research highlight of then CIMMYT wheat program. Pp. 21-26
- Hinojosa, M. B., Hede, A., Rajaram, S., Lozano del Río, J., Valderrábano González A. 2002. Triticale: an alternative forage crop under rainfed conditions in Chihuahua, México. Proceedings of the 5th International Triticale Symposium Supplement, Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR), Radzików, Poland, June 30-july 5.

- Lozano del R, A.J., 2002. Triticales forrajeros para la Región Lagunera. Revista Agropecuaria Laguna. Noviembre-Diciembre 2002. No. 29. pp. 4-5.
- Lopez, C.C. 1994., Variacion en rendimiento de grano, desarrollo fasico y crecimiento de cereales bajo condiciones de campo. In: Ramirez V.P.F. Zavala G.N.E. Treviño 11.. E. Cardenas C. y M. Martinez R (comps). Memorias del 11 Congreso Latinoamericano de Genetica(área vegetal) y XV Congreso de Fitogenetica. Sociedad mexicana de fitogenetica, A.C México. P. 113
- Leana, L. A. 2000., Evaluación de líneas y variedades forrajeras de triticale (X Triticosecale Wittmack), en dos ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Manual FAO 56. Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. ISSN 0254-5293 pag. 298.
- Mergoum, M., W. Pfeiffer, Peña R., Amma K. R, and Rajaram S., 2004.Triticale crop improvement: the CIMMYT programme. p.87-95. In Rajaram, S., and G. Hettel (eds.) Wheat breeding at CIMMYT: commemorating 50 years of research in México for global wheat improvement. Wheat Special Report N°29. CIMMYT, México, D.F
- Murillo Amador, B., Escobar, H A., Fraga Mancillas, H. y Pargas Lara, R.2001. Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur. México. Revi. Fitotec. Mex. Vol. 24 (2): 145-153. 2
- Mullet., JE, Whitsitt MS.1996. Plant cellular responses to water deficit. Plant Growth Regulation 20: 41-46.
- Mendoza, M., Elos., Cortez, E., Baheza., Rivera, .G., Reyes., Rangel, J.A., Lucio., Andrio E., -Enríquez, Cervantes, F., -Ortiz .2011.Época y densidad de siembra en la producción y calidad de siembra del triticale (X triticosecale wittmack) Agronomía Mesoamericana 22(2):309-316. 2011
- Myer, R., and Lozano, A.. 2004., Triticale as animal feed. p. 49-58. InMergoum, M., and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Moreno, CP., 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas UNAM-FAO (Universidad Nacional Autónoma de México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). México, Distrito Federal. 393 p
- Mendoza, M, Andrio, E, García, JG., 2006. El Triticale: un cereal para forraje con futuro para zonas marginadas. Artículo de Difusión. Revista Tecnoagro, México. 26:48-50

- NRC., 1989 *Triticale: A Promising Addition to the World 's Cereal Grains* National Academy Press.National Research Council. Washington , DC. P.14.
- Passioura, J.B. y Angus, J.F. 2010. Improving productivity of crops in water-limited environments. *Advances in Agronomy* 106, 37 -75.
- Pinhero R.G., Rao M.V., Palyath G., Murr D.P. y Fletcher R.A. 2001. Changes in the activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance of maize seedlings. *Plant Phys.* 114, 695–704.
- Potters, G., Pasternak T.P., Y. Guisez, K.J. Palme y Jansen M.A.K.. 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble? *Trends Plant Sci.* 12(3), 99-105
- Quiroz Mercado, J. 2010. Tesis de Magister. Respuesta del rendimiento y sus componentes numéricos en trigo, cebada, y triticale bajo riego y seco en post-antesis en el sur de Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia-Chile 2010.
- Rojas, GC. 2004., *Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X regiones*, INIA,Corillanca, Chile. 25 p
- ROYO, C., 1992. *El Triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento*. Editorial Mundi Prensa.
- Royo, C. and Tribó, F., 1997. Triticale and barley for grain and for dual-purpose (forage + grain) in a Mediterranean-type environment. I Growth analyses. *Aust. J. Agric. Res.* 48, 411-21.
- Santo Di, H.; Pochettino, C.; Grassi, E.; Szpiniak, B.; Ferreira, V. 2005. Efecto del cultivar, densidad de siembra y fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de triticaleforrajero. 28.º Congreso de Producción Animal. Bahía Blanca, 19al 21 de octubre.
- Santoyo Cuevas E., M.C. Quiroz Mercado J., 2004. *Guía para el cultivo de cereales, en el estado de México*. Primera edición.
- Slafer, G.A., Rawson, H., 1994. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologist and modellers. *Australian Journal of Plant Physiology.*21, 393–426
- Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel y C.X. Zhao. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C.R. Biol.* 331, 215-225.

- Soldano O.R. 1978. El Trigo, COPYRIGHT, by EDITORIAL ALBATROS, SRL La valle 3975, Buenos Aires, República Argentina
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Tardieu F.1997. Drought perception by plants. Do cells of droughted plants experience water stress? In 'Drought tolerance in higher plants.Genetical, physiological and molecular biological analysis'(Belhassen E. Ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 15-26.
- Tardieu F, Simonneau.1998. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours. Journal of Experimental Botany49: 419-432.
- Varughese, G., Barker T., y Saari E. 1987. Triticale. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) Mexico, D.F. 32p. 31, 5-17
- Yamaguchi-Shinozaki, K. y K. Shinozaki. 2006. Transcriptionalregulatory networks in cellular responses and tolerance todehydration and cold stresses. Annu. Rev. Plant Biol. 57,781-803
- Zillinskiz F. J.1973. Mejoramiento de Investigación Sobre el Triticale en el CIMMYT.Folleto de investigación número 24.

APENDICE

Cuadro 4.14.- Análisis de fertilidad

| MTRA | IDENTIFICACION | pH | CE ds/m | MO % | NITROGEN O % | FOSFOR O Kg/ha | POTASI O Kg/ha | CARBONATO S TOTALES % | ARCILL A % | LIMO % | AREN A % | TEXTUR A |
|------|-----------------------|------|---------|------|--------------|----------------|----------------|-----------------------|------------|--------|----------|-------------------------|
| 1 | Parcela 1 Prof.0-30 | 8.4 | 1.60 | 3.54 | 0.177 | 39.15 | 2.25 | 59.1 | 30.8 | 28 | 41.2 | Migajón arcilloso |
| 2 | Parcela 1 prof. 30-60 | 8.38 | 1.61 | 3.48 | 0.174 | 30.15 | 2 | 61.6 | 28.8 | 28 | 43.2 | Migajón arcilloso |
| 3 | Parcela 2 prof. 0-30 | 8.41 | 1.65 | 3.29 | 0.164 | 40.15 | 4.5 | 61.6 | 26.8 | 30 | 43.2 | Migajón |
| 4 | Parcela 2 prof 30-60 | 8.42 | 1.58 | 3.67 | 0.183 | 30.1 | 2.25 | 63.6 | 30.8 | 24 | 45.2 | Migajón arcilloso |
| 5 | Parcela 3 prof. 0-30 | 8.42 | 1.21 | 2.85 | 0.142 | 45.45 | 4 | 59.6 | 30.8 | 24 | 45.2 | Migajón arcilloso |
| 6 | Parcela 3 prof. 30-60 | 8.46 | 1.17 | 2.79 | 0.139 | 42.2 | 2.25 | 61.1 | 28.8 | 26 | 45.2 | Migajón arcilloso |
| 7 | Parcela 4 prof.0-30 | 8.47 | 1.09 | 3.10 | 0.155 | 54.45 | 4 | 61.1 | 28.8 | 26 | 45.2 | Migajón arcilloso |
| 8 | Parcela 4 prof. 30-60 | 8.56 | 1.31 | 3.04 | 0.152 | 45.4 | 4.5 | 61.6 | 30.8 | 20 | 49.2 | Migajón arcillo-arenoso |