

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en tres variedades de triticale (X Triticosecale Wittmack), bajo riego en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**Por:**

**JUAN VARGAS MARTÍNEZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtención del Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2011.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en tres variedades de triticale ( Triticosecale Wittmack), bajo riego en

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Por:

**JUAN VARGAS MARTÍNEZ**

**TESIS**

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial para Obtener el Titulo de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

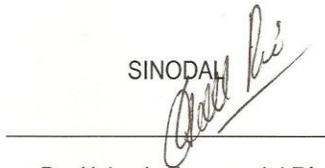
Aprobado por el Comité de Tesis

PRESIDENTE DEL JURADO



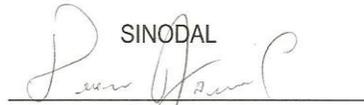
Dr. Raúl Rodríguez García

SINODAL



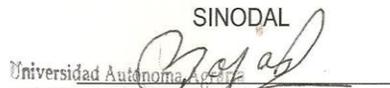
Dr. Alejandro Lozano del Río

SINODAL



Dra. Diana Jasso Cantú

SINODAL



M.C. Carlos Rojas Peña

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



MC. Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"  
M.C. Carlos Rojas Peña



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2011.

## DEDICATORIA

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

*A mi mamá Sra. María Graciela Martínez Arellano por darme el regalo mas maravillo que se le puede dar a un ser humano “la vida” y brindarme el apoyo incondicional de madre en todos los buenos y malos momentos de mi vida, por los sacrificios arduos, el esfuerzo y el apoyo moral que siempre me has brindado, muchas gracias mamá por ayudarme en todos los momentos que más te he necesitado.*

*A mi papá Sr. Juan Cruz Vargas Vela por brindarme su apoyo incondicional y la confianza depositada en mi, para salir adelante, sobre todo por el esfuerzo moral y el apoyo económico que siempre me has brindado, que gracias a todo esto estoy donde estoy y sobre todo por haberme heredado la riqueza más grande que se le puede dar a un hijo “una profesión”, muchas gracias papá por ayudarme a que yo sea alguien en la vida.*

*A mis hermanos (a): Ismael Vargas, Francisco Vargas, Juan Pablo Vargas, Raúl Vargas, Blanca Lucero Vargas, muchas gracias hermanos míos por la confianza que me han depositado asía mi y el apoyo incondicional tanto moral y de familia que siempre me han sabido brindar, échenle muchas ganas para cumplir todas las metas que se propongan en la vida si se puede hermanos.*

*A mis abuelos:*

*Gracias por su sabiduría que me han transmitido, por la confianza que han depositado en mí, por el apoyo familiar que me han brindado diosito me los bendiga y en especial a mis abuelos (finados): Sr. Hipólito Martínez García, Sra. Cecilia Vela Granados; y por su puestos a mis otros abuelitos, diosito me los conserve por mucho tiempo más: Sra. Gregoria Arellano, Sr. Jesús Vargas.*

*A la familia Martínez:*

*A mis tíos (a) en los cuales he convivido y compartido momentos muy agradables gracias a ellos he comprendido infinidad de cosas, gracias por haberme dado y brindado un cálido hospedado en su casa.*

*Sr. Ezequiel Martínez, Sr. Juan Manuel Martínez, Sr. José Luis Martínez, Sr. Antonio Martínez, Sr. Juan Martínez Y Sr. Alvino Martínez.*

*A la familia Vargas:*

*A mis tíos (a) con todos ustedes he compartidos momento felices en mi niñez y juventud, muchas gracias tíos por darme el ejemplo a seguir de que si se puede llegar ser alguien en la vida y poder tener una profesión como ustedes.*

*Sr. Cirilo Vargas, Sr. Socorro Vargas, Sr. Jesús Vargas, Sr. Manuel Vargas, Sr. Ramón Vargas, Sra. María Elena Vargas y Sra. Marisol Vargas.*

*A la familia Cisneros Rivera.*

*Muchas gracias por ser unos excelentes, amables y caritativos vecinos, dios me los bendiga mucho, gracias por haberme dado mucho apoyo moral y espiritual, por*

*haberme recibido en su casa amablemente, nunca olvidare toda la alegría que pase junto con ustedes, nunca cambien.*

*Antonia Rivera, Luz Cisneros, Margarita Cisneros, Amada Cisneros, y Rodolfo Cisneros.*

*A Martha Elizarraraz Rodríguez.*

*Amor muchas gracias por saberme comprender, esperarme, y aguantarme todo este tiempo, para mi eres una persona muy especial en mi vida y siempre lo serás, gracias por darme a aquellos momento tan maravillosos que he pasado junto a ti, tú me has enseñado muchas cosas buenas y hermosas, en ti he visto cosas que jamás había visto en otras personas, por eso te amo y adoro mucho mi vida; diositos nos bendiga a ambos, y nos guie por buen camino.*

## AGRADECIMIENTOS

*Primero que nada doy gracias a **Dios** nuestro señor y padre porque gracia a él estoy donde estoy y por haberme regalado la vida, dios mío muchas gracias por guíame por buen camino en la vida, por hacerme un hombre de bien y por permitirme terminar este ciclo en mi vida, gracias por darme todas las cosas tan maravillosas que hay en esta vida, espero que nunca me desampares y por supuesto cuídame y protégame en todo momento.*

*A mi **ALMA TERRA MATER** por haberme permitido estar en esta maravillosa escuela y por abrirme las puertas para así yo poder cumplir una de mis mas grandes metas en la vida y culminarla, estoy muy orgulloso de decir y ser un Narro.*

*Al **Dr. Raúl Rodríguez García** por haberme brindado confianza hacia mí, por haber asesorado para la realización de mi tesis, gracias por hacerme saber que todo en esta vida es un reto y que hay que aprender a superarlos uno por uno, y nunca darse por vencido, para poder ser un profesional exitoso en la vida.*

### ***A mis compañeros de especialidad***

*Sergio Rodríguez, Oscar Becerra, Leonardo Lucas, Salvador Avendaño, Dilmar Adían, Octavio, Gilberto, Lucio Zantizo, Irmin, Isai, Pedro Bernabé, Doris Domínguez, Iván, Mariano, Antonio. Les deseo lo mejor en la vida, dios me los bendiga y me los lleve por buen camino donde quiera que estén.*

*A todos mis maestros del Departamento de Riego y Drenaje: Dr. Alejandro Zermeño Gonzales, Dr. Raúl Rodríguez García, M.C. Sergio Garza Vara, Dr. Gregorio Briones, Dra. Manuela Olivar Duarte, M.C. Fernando Villarreal, Dr. Javier Cortes Bracho; gracias por haberme transmitido sus conocimiento tan valioso en la estancia que tuve en la universidad, ya que con ellos podre enfrentarme a los retos que se me pongan en mi profesión.*

*A todas las personas que hicieron posible que yo terminara esta tesis y por poner su granito de arena: José Cabrera Alvares, Juan José Valenzuela Cabrera, Apolinar Rangel Garibaldi, Biol. Silvia Guerrero Martínez, TLQ. Martha Alicia de la Rosa y al Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.*

*A mis amigos (a): Raúl López Pereznegron (primo), Alejandra Gómez Guzmán (ale), Saúl López Pereznegron (primo), Sergio Rodríguez (checo), Oscar Becerra (pacho), Rosibel Jiménez Flores (Ross), Yesenia Cosme (yesi), Miguel Ángel Hernández, José Luz Ayala (Lucio), José Benito Ramírez (el cuñado), Refugio (cuco), José Inés (la pequeña), Francisco (Paco), Juan José Negrete (Juanjo), Elizabeth Castro (Administradora), Mariana Miranda García, Marisol Miranda Granados. Le doy gracias a dios por haberlos cruzados en mi camino, con ustedes y compartido muchos momentos de alegrías, y en algunos casos tristezas, pero nada que no superamos juntos, dios me los llene de muchas bendiciones y los guie por buen camino, muchas gracias.*

*A mis amigos de Karate do: Armando (shihan), José Luis Padilla, Marco Antonio (shihan), Rocelin, Eliud Juárez, Rosa Elena (Elenita), Erika jesenia Hernández (yeni), Isabel Apolinar (isa), Amos García, Diego Cruz Hernández (maquinario), Víctor (si señor), Jesús Rodríguez (nacho). Mil gracias por el apoyo incondicional, tanto moral y espiritual, en mi mente siempre recordare todos los momentos que hemos pasados juntos, que fueron los más grandes y maravillosos que he vivido, cuidasen mucho y cuenten con un buen amigo por siempre.*

*A mis maestros de Karate do: Eduardo Landeros Ibarra, Toshiaki Nogiwa Tanaka, gracias por haberme transmitido todos los sabios conocimientos de esta maravillosa arte marcial, la cual es y será para siempre mi deporte favorito, muchas gracias por estar en los torneo apoyándome y animándome, y confiar en mí; Dios me los bendiga, cuide y proteja mucho.*

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	III
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	VI
<b>INDICE GENERAL</b> .....	IX
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	XII
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	XIII
<b>RESUMEN</b> .....	XV
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Resumen de la historial del triticale.....	4
2.2 Aspectos ecológicos del triticale.....	5
2.3 Condiciones edáficas.....	6
2.4 Valor nutritivo del grano de triticale.....	7
2.5 Tipos de triticale.....	9
2.5.1 Triticale hexaploides y octaploides.....	9
2.5.2 Descripción de los triticale de tipo completo y substituido.....	10
2.6 Potencial de rendimiento de grano de los triticales completos y substituidos.....	11
2.7 Triticale en México.....	13
2.8 Antecedentes de las variedades utilizadas en la investigación.....	15
2.8.1 Triticale AN-31.....	15

2.8.2 Triticale AN-105.....	16
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Localización geográfica general del sitio experimental.....	17
3.2 Características general del sitio de estudio.....	17
3.2.1 Clima.....	17
3.2.2 Propiedades físicas y químicas del suelo.....	18
3.3 Establecimiento del experimento y labores de cultivo.....	20
3.3.1 Barbecho.....	20
3.3.2 Rastra.....	21
3.3.3 Nivelación.....	21
3.3.4 Tamaño de la parcela experimental.....	21
3.3.5 Siembra.....	21
3.3.6 Fertilización.....	22
3.4 Determinación del contenido de humedad por el método gravimétrico.....	22
3.5 Riego.....	23
3.6 Control de plagas, enfermedades y malezas.....	26
3.7 Cosecha y colecta de las variables de estudio.....	26
3.8 Diseño experimental.....	26
3.9 Análisis estadístico.....	26
3.10 Variables estudiadas: numero de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, numero de espiguillas por espiga, numero de granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 1000 granos, altura de la planta, rendimiento de grano y peso hectolítrico.....	27

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>31</b>
4.1 Numero de espigas por metro cuadrado.....	31
4.2 Longitud de espiga.....	32
4.3 Numero de espiguillas por espiga.....	32
4.4 Numero de granos por espiga.....	33
4.5 Peso de granos por espiga.....	34
4.6 Peso de 1000 granos.....	35
4.7 Altura de la planta.....	36
4.8 Rendimiento de grano.....	37
4.9 Peso hectolítrico.....	38
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. REFERENCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>VII. APENDICE.....</b>	<b>45</b>
<b>VIII. INDICE DE LOS CUADROS DEL APENDICE.....</b>	<b>50</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Representación esquemática del sitio de estudio y ubicación de las parcelas experimentales.....	20
<b>Figura 3.2</b> Barrenamiento en el centro de las unidades experimentales para la instalación de tubos de acceso para la sonda del aspensor de neutrones.....	22
<b>Figura 3.3</b> Relación entre la relación de conteo y el contenido de humedad base volumen (Hvs %), para la calibración del aspensor de neutrones.....	24
<b>Figura 3.4</b> Medición del contenido de humedad por el método del aspensor de neutrones.....	24
<b>Figura 3.5</b> Recolección del material genético para evaluar cada una de las variables.....	29
<b>Figura 3.6</b> Determinación del peso hectolítrico para las 6 repeticiones de cada tratamiento, con la balanzas especial para esta variable medida.....	30

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Composición media del grano de distintos cereales.....	8
<b>Cuadro 3.1.</b> Valores de propiedades físicas y químicas del suelo del sitio de estudio.....	19
<b>Cuadro 3.2</b> Fechas de los riegos dados, la lámina de riego aplicada y horas de riego que se les dio por cada riego .....	26
<b>Cuadro 3.3</b> Material genético utilizado en el experimento ubicado en el jardín hidráulico en la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.....	30
<b>Cuadro 4.1</b> Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de espigas por metro cuadrado de las 3 variedades de triticale evaluadas en el jardín hidráulico de la UAAAN, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.....	31
<b>Cuadro 4.2</b> Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para la longitud de la espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.....	32
<b>Cuadro 4.3</b> Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de espiguillas por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.....	33

**Cuadro 4.4** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de granos por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.....34

**Cuadro 4.5** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el peso de granos por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.....35

**Cuadro 4.6** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el peso de 1000 granos de las 3 variedades de triticale evaluadas.....36

**Cuadro 4.7** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para la altura de la planta de las 3 variedades de triticale evaluadas.....37

**Cuadro 4.8** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el rendimiento de grano de las 3 variedades de triticale evaluadas.....38

**Cuadro 4.9** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el rendimiento hectolítrico de las 3 variedades de triticale evaluadas.....39

## RESUMEN

Por sus características y versatilidad, el triticale resulta ser una alternativa más de cultivo, ya que puede ser utilizado como grano o bien como forraje. Su adopción como cultivo potencial ha dado lugar a la liberación de variedades comerciales en diversos países del mundo. En México el triticale es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos como son predominantes en el norte del país. Este cereal ha mostrado ser superior en comparación con otros para estas condiciones, produciendo mayor cantidad de grano y forraje.

La presente investigación fue desarrollada en el ciclo otoño—invierno 2009—2010, en el Jardín Hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, donde se evaluaron 3 variedades de triticale, la AN-31(variedad forrajera), AN-105 (variedad para grano) Y AN-125 (variedad para grano). El diseño utilizado en el campo fue de completamente al azar, con 3 tratamientos y 6 repeticiones.

Las variable a evaluar fueron: número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 1000 granos, altura de la planta, rendimiento de grano y peso hectolítrico. A excepción para el rendimiento de grano, los análisis de varianza registraron alta significancia estadística entre tratamientos para las variables antes citadas.

**Palabras clave:** Triticale, rendimiento de grano y sus componentes.

## I. INTRODUCCION

El triticale es una planta producida por el hombre artificialmente, resultado de una cruce de un trigo tetraploide o hexaploide (*triticum* sp) con una especie de centeno diploide (*Secale* sp) seguido por una duplicación del juego cromosómico del híbrido F1, el cual es estéril (Zillinski, 1973). Esta cruce fue producida inicialmente en laboratorios durante el siglo XIX en Escocia y Suecia. En la cruce se combinan los altos rendimientos y buena calidad de grano de trigo con la resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones de ambiente difíciles del centeno.

Inicialmente las cruces trigo-centeno fueron difíciles, debido a la baja supervivencia del embrión híbrido resultante y a la división espontánea de cromosomas (Oetler 2005). Se hizo necesario encontrar formas para alterar o controlar estos factores a fin de mejorar la viabilidad del embrión y evitar el aborto mediante el desarrollo de técnicas de cultivo in-vitro (Laibach, 1925). Fue entonces que se descubrió la utilidad de la *Colchicina*. A partir del programa de cruces de triticale realizado en 1964 por el CIMMYT, hubo una mejoría significativa en el rendimiento de grano. En este sentido, los rendimientos de grano pasaron de 2.4 toneladas por hectárea en 1968 a 10.0 toneladas por hectárea en condiciones óptimas de cultivo en investigación (Hede, 2000).

Los híbridos obtenidos directamente de la cruce entre el trigo y el centeno se denominan “primarios” y por ser bastantes pobres desde el punto de vista agronómico, hoy en día no se cultivan; es por tal razón que solo son utilizados como elementos para la obtención de otros tipos y de esta manera ampliar la diversidad genética de la especie. También existen los tipos “Secundarios” los cuales se han obtenido de la cruce de materiales primarios con trigo y con otros triticales, todo esto se a realizado con el único propósito de mejorar características, por tal razón la mayoría de los materiales cultivados en

la actualidad son aquellos que pertenecen al grupo de los “secundarios” (Royo, 1992).

En condiciones adversas, el triticale produce más biomasa (tallos y hojas) y más grano que cultivos similares. Proporcionalmente requiere menor cantidad de agua. Es buena fuente de proteína y energía. Se siembra en más de 3 millones de hectáreas alrededor del mundo, y está ganando terreno en países como México, Polonia, China, Alemania, Australia y Bielorrusia. El triticale es más resistente a la roya que el trigo, y compite mejor con las malezas.

Los principales países productores son: Alemania, Francia Polonia, Australia, China y Bielorrusia. De acuerdo con datos de la FAO, en 2005 se cosecharon 13.5 millones de toneladas de triticale en 28 países alrededor del mundo.

Por sus características y versatilidad, el triticale resulta ser una alternativa más de cultivo, ya que puede ser utilizado como grano o bien como forraje. Su adopción como cultivo potencial ha dado lugar a la liberación de variedades comerciales. En México el triticale es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos como son predominantes en el norte del país. Siendo este cereal superior en comparación con otros para estas condiciones, produciendo mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales.

## **Objetivo**

- El objetivo de esta investigación es determinar de tres variedades de triticale cual expresa mejor rendimiento de grano en la localidad de Saltillo, así como también evaluar los componentes que determinan el rendimiento.

## **Hipótesis**

- ❖ Las tres variedades de triticales darán diferentes rendimientos de grano y calidad, es decir, estadísticamente serán distintas entre ellas.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Resumen de la historial del triticales.

En 1875, Wilson informo a la Sociedad Botánica de Edimburgo, Escocia, que había obtenido una planta estéril a partir de una cruza de trigo con el centeno (Wilson, 1875); para entonces el triticales solo despertó curiosidad como una rareza botánica.

W. Rimpau, investigador alemán, en 1891 encontró una población de cruza de trigo con el centeno, una sola espiga que tenia 15 granos, 12 de los cuales produjeron plantas fértiles de fenotipo uniforme: este cultivo continuo teniendo relativamente poca trascendencia hasta ya avanzados los primeros decenios del siglo XX. En momento, científico de Europa comenzaron a explorar su potencial como cultivo comercial.

El primer avance decisivo surgió en 1937, cuando se descubrió en Francia que la colchicina, un alcaloide venenoso derivado de los bulbos o de las semillas de azafrán de otoño, podía inducir la duplicación del numero de cromosomas en las plantas; con esto los fitomejoradores pudieron superar la esterilidad de los triticales.

Años después, se desarrollo una técnica para desprender los embriones de triticales de las semillas arrugadas para trasplantarlas en un medio de cultivo.

En 1975, el perfeccionamiento de las técnicas permitió obtener cientos de nuevos triticales fértiles en periodos de tiempos cortos (Varughese et al., 1987).

Skovmand et al. (1984), reportaron que muchas de las características agronómicas indeseables que evitaron la adopción del triticales a nivel comercial en los primeros años de la década de los 70's, han sido eliminados como son: esterilidad, chupado de gran, bajo potencial de rendimiento y acame, entre otras, las cuales ya no presentan obstáculos importantes para la producción a escala comercial.

En 1986 (Varughese et al., 1987) citan que ya se cultivaban aproximadamente un millón doscientos cincuenta mil hectáreas en 32 países del mundo, y un promedio de ocho mil hectáreas en México, superficie que aumentado gradualmente en base a la aceptación de los productores agrícolas.

## **2.2 Aspectos ecológicos del triticales.**

Zillinski (1974), al discutir la ecología del triticales menciona que las regiones altas y de temperaturas frías proporcionan un ambiente adecuado para el crecimiento del cultivo. Las líneas de triticales sensibles al fotoperiodo tienen a reducir el almacenamiento y la longitud de las espigas bajo condiciones de día largo.

Las diferentes variedades de un cultivo determinando presenta diferente comportamiento según el área geográfica donde son utilizadas, por lo que es importante identificar tales variedades por su estabilidad de rendimiento con el fin de clasificarlas como variedades estables, las cuales presenta buena

adopción a los diferentes ambientes de alto potencial así como variedades que se comportan bien en ambientes desfavorables.

En casos de triticales al igual que en otros cultivos, el conocimiento de los factores antes señalados, trae como consecuencia una mejor utilización de las variedades, las cuales al expresar su máximo potencial, optimizan sus rendimientos en el área determinada (Rodríguez, 1982).

### **2.3 Condiciones edáficas**

Las ventajas agronómicas del triticales son su productividad y su habilidad de crecer en muchos sitios (suelo frío y estériles, arenosos, boro – tóxico, salinos), donde el trigo y otros cereales crecen pobremente (Cooper, 1991).

CIMMYT (1979), reporta que el cultivo de triticales parece tener ventaja en cuanto a adaptación sobre los trigos de alto rendimiento en ciertos suelos tropicales ácidos, caracterizados por lluvias abundantes y a menudo por toxicidad de aluminio y cobre.

En suelos ácidos de la región de Pátzcuaro, Michoacán, los triticales mostraron ser muy promisorios desplazando de alguna manera al trigo que solía sembrarse en esa región. Aun en áreas trigueras con riego, el triticales rindió mucho más que el trigo comercial; sin embargo deben de mejorarse algunas características como precocidad, resistencia a la germinación bajo condiciones húmedas antes de la cosecha, y dureza del grano para protegerlos contra insectos de almacén.

Zillinski (1974) y Skovmand et al. (1984). Coinciden en que el cultivo de triticales en ciertas aéreas productoras como aquellos de suelos ácidos en tierras tropicales altas y en siembras de temporal, por lo general muestra gran adaptación y produce rendimientos más altos que el trigo, habiéndose logrado considerables progresos en la eliminación de ciertas características agronómicas indispensables que limitaron su exposición como cultivo comercial en el mundo.

Robles (1986), menciona que esta especie se puede cultivar en una amplia diversidad de condiciones de suelo, pero donde se adapta mejor es en suelos de textura limosa o migajones arcillosos. Las condiciones de temperatura varían considerablemente, pero las mejores para una buena producción oscilan entre los 10 y 25 °C, bajo condiciones de las regiones trigueras de México.

CIMMYT (1987), ha realizado cruzamientos interespecíficos que han permitido comprobar que es cierto grado, transferir la estabilidad del trigo al triticales, señalando que estos cruzamientos constituyen un medio de largo adelantos importantes en el mejoramiento de este cultivo, con miras a que llegue a convertirse en un cultivo tan importante o igual que el trigo en la producción de grano. No obstante, señalan que si el triticales realmente tiene un potencial de rendimiento superior al del trigo, debe corregirse todo lo que sea necesario para aprovechar al máximo esta capacidad.

#### **2.4 Valor nutritivo del grano de triticales.**

El valor nutritivo del grano es mostrado en el cuadro No.2.1, es medido por su porcentaje de proteínas y su calidad. La calidad biológica de sus proteínas es mejor en cuanto mayor sea su proporción de los aminoácidos

esenciales y dentro de los cereales es el segundo grano más nutritivo, superado por el grano de avena (Royo, 1992).

**Cuadro 2.1.** Composición media del grano de distintos cereales.

<b>Característica</b>		<b>Triticale</b>	<b>Trigo harinero</b>	<b>Centeno</b>
<b>Proteína cruda</b>		11.6	11.30	9.50
<b>Aminoácidos (%)</b>	Lisina	0.39	0.32	0.36
	Metionina	0.20	0.19	0.17
	Triptófano	0.11	0.13	0.10
	Treonina	0.35	0.34	0.31
<b>Calcio (%)</b>		0-04	0.06	0.06
<b>Fosforo total (%)</b>		0.40	0.33	0.34
<b>Energía bruta (Mcal/ Kg.)</b>		4.46	4.40	4.34
<b>Grasas brutas (g/Kg.)</b>		17.00	20.00	16.20

El mismo autor menciona que en general, dentro de los cereales el triticale es el segundo grano más nutritivo, solamente superado por el grano de la avena.

El contenido de proteína del grano es similar al del trigo, dependiendo de la variedad. El porcentaje medio de la proteína en los triticale oscila entre el 8 y 14 % (CIMMYT, 1979).

El porcentaje de lisina también depende de la variedad pero, a modo iniciativo, en los materiales generados en el CIMMYT se ha encontrado entre 2.9 y 4 % de proteína.

## **2.5 Tipos de triticales.**

Los híbridos obtenidos directamente de la cruce entre el trigo y el centeno se denominan “primarios” y por ser bastante pobres desde el punto de vista agronómico, hoy en día no se cultivan; es por tal razón que solo son utilizados como elementos para la obtención de otros tipos y de esta manera ampliar la diversidad genética de la especie. También existen los triticales “secundarios” los cuales se han obtenido de la cruce de triticales primarios con trigo o con otros triticales, todo esto se ha realizado con el único propósito de mejorar sus características, por tal razón la mayoría de los triticales cultivados en la actualidad son aquellos que pertenecen al grupo de los “secundarios” (Royo, 1992).

### **2.5.1 Triticale hexaploides y octaploides.**

Cuando el triticales se obtiene a partir del cruzamiento entre el trigo duro (especie tetraploide, con 28 cromosomas y formula genómica AABB) y el centeno (especie diploide con 14 cromosomas y formula genómica RR), el híbrido resultante posee un juego de cada par de cromosomas, A, B Y R. Estos triticales casi nunca producen granos capaces de germinar, ya que el embrión suele abortar. Por eso es preciso recurrir a la técnica de poner a disposición del embrión, todos aquellos nutrientes que requiera para su desarrollo; al cabo de varios días se desarrolla una planta haploide y por lo tanto estéril, a la cual se trata con colchicina, transformándose en una planta fértil. Este es método para la generación de los triticales hexaploides, llamando así por poseer seis veces el numero básico de cromosomas de la especie (42).

Esto ocurre cuando en el cruzamiento se utiliza trigo harinero (especie hexaploide de formula genómica AABBDD), y no suele ser necesario el cultivo de embriones, sin embargo, dicha técnica aumenta la eficiencia del proceso.

Así, de esta manera se obtienen los triticales octaploides, que poseen 56 cromosomas, ocho veces el número de la especie (Royo, 1992).

Es de manera como el triticales logra heredar las características más deseables del trigo harinero como alto potencial productivo, elevado ahijamiento, altura de la planta, gran número de granos por espiga, alto valor energético del grano, etc., y del centeno logra obtener características favorables tales como rendimiento estable, gran cantidad de biomasa, tolerancia al frío y sequía, grano con alto contenido de lisina, etc., características que lo hacen resaltar de sus progenitores.

### **2.5.2 Descripción de los triticales de tipo completo y substituidos.**

Los genotipos de triticales de tipo completo, se caracterizan por presentar una espiga de tamaño grande, altura de planta mediana, de regular capacidad de amacollamiento, buen tamaño de grano y follaje de color verde grisáceo.

La producción de triticales completos incluyen los cruzamientos de triticales hexaploides por triticales hexaploides o de triticales octaploides por triticales hexaploides, acompañados por retrocruzamientos con triticales hexaploides para restaurar la construcción, se caracterizan además por presentar en genoma los siete cromosomas del centeno.

Los triticales de tipos substituidos presentan en general una espiga a tamaño medio, son semi-enanos, con buen amacollamiento, grano de tamaño regular y follaje de color oscuro. Estas líneas presentan además una amplia gama de variabilidad en sus características agronómicas de calidad.

La obtención de triticales de tipos sustituido, incluyen cruza artificiales entre trigos hexaploides y triticales hexaploides seguidos de autofecundaciones o retro-cruzas con triticales hexaploides (Varughese et al., 1987).

## **2.6 Potencial del rendimiento de grano de los triticales completos y sustituidos.**

Planchon (1979), señala que la capacidad de producción del triticales es difícil de estimar, dependiendo de la estabilidad meiótica y de la fertilidad de la semilla. La comparación entre la fotosíntesis de la hoja bandera de los triticales y de los trigos (*T. aestivum* y *T. turgidum*) pueden proporcionar información sobre la capacidad productiva del triticales.

Zillinsky y Skovmand (1982), realizaron un estudio de genotipos incluidos en el 13º ITYN (Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticales) donde la línea completa Juanillo 159 presento el mayor rendimiento de grano con 4500 Kg/ha (superior al testigo cananea 79 en un nueve por ciento) y peso hectolítrico de 67 Kg/hl.

El análisis del cariotipo mostro que de los 10 triticales más rendidores, seis fueron completo y cuatro sustituidos. Los primeros rindieron tres por ciento más que los segundos, teniendo un predominio los completos en siete localidades, y los sustituidos en 12 localidades.

Bajo condiciones de temporal, Zillinsky y Skovmand (1982) realizaron una exploración en el Batán, con una precipitación de 400 mm, sobresaliendo dos líneas completas hermanas, Muskox<sup>2</sup> y Muskox 658 con el mayor

rendimiento 3958 y 3625 Kg/ha respectivamente, la primera tuvo un 56% más de rendimiento que el testigo.

Lozano (1985), en un estudio de selección con 608 líneas elite bajo condiciones de riego limitado, encontró que los triticales de tipo completo alcanzaron un rendimiento de 4079 Kg/ha, superando a los tipos substituidos en un 20%. Para otras características agronómicas como peso hectolítrico y peso de mil granos, los triticales de tipo completo también fueron superiores en 7 y 22%, respectivamente, a los de tipo substituido.

Colín (1986), evaluando 24 genotipos de triticales y un trigo harinero (Genaro 61) en Navidad, N. L., encontró que los genotipos mas rendidores fueron de tipo completo, siendo superior y también en peso hectolítrico y peso de 1000 granos a los de tipos substituidos.

Varughese et al. (1987), reportan en forma general, pero principalmente en ambientes marginales, los triticales completos muestran un mejor comportamiento que los triticales substituidos.

Barrera (1987), en un estudio realizaron en el norte de México con triticales de tipo completo y substituido bajo condiciones de riego encontró que los tipos completos fueron superiores en forma significativa a los tipos substituidos en las siguientes características: rendimiento de grano, peso hectolítrico, peso de 1000 granos, longitud de espiga, espiguilla por espiga, granos por espiga y altura de la planta, indicando así que este tipo de triticales presenta en general un mayor potencial de rendimiento para las aéreas en estudio.

Rodríguez (1988), al estudiar triticales completos y substituidos bajo condiciones de temporal en dos ambientes, encontró que los tipos completo fueron superiores significativamente a los tipos substituidos en las características siguientes: rendimiento de grano, peso de 1000 granos, longitud de espiga y espiguillas por espiga; lo que confirma el potencial de rendimiento de los triticales completos en dichas condiciones.

En base a las experiencias anteriores los triticales completos poseen un mayor potencial de rendimiento en comparación con los substituidos aun bajo condiciones de estrés de agua.

## **2.7 Triticale en México.**

En el año 1990, la superficie total sembrada con triticale en México fue de aproximadamente 4 000 ha, sin embargo, en 1999, se estimó solamente en el estado de México más de 4 000 hectáreas sembradas con viejas y nuevas variedades liberadas (Hernández y Macario, 2000).

Esta especie se cultiva en una amplia gama de suelos y condiciones climáticas, incluyendo las tierras secas y suelos marginales. El triticale se obtienen más de sus antepasados en dos tipos de condiciones marginales: (i) las tierras altas donde las tierras son ácidas, la deficiencia de fósforo y enfermedades foliares son dominantes, y (ii) en las zonas semi-áridas donde la sequía afecta la producción de cultivos (Carney, 1992). En estos ambientes, triticale puede ser un buen sustituto cuando el maíz tiene dificultades para producir debido a los suelos pobres y la falta de lluvia, habiendo demostrado muchas ventajas sobre el maíz, trigo, cebada y frijol (Hernández, 2001).

En la región norte de México es muy importante para la producción ganadera de carne y de leche, en esta región la constituyen la mayor zona semi-árida de México y tiene una amplia diversidad de climas y características del suelo. Los suelos son alcalinos y el invierno con temperaturas extremas, con relativamente baja precipitación (200 a 400 mm anuales) y distribuida de manera irregular siendo predominante durante el verano de mayo a septiembre (Lozano, 1991).

Los rendimientos de grano del triticale publicados por primera vez en México a mediados de la década de 1970 supera 5,8 toneladas / ha bajo condiciones de riego, un 20 por ciento menos que las variedades de trigo. En la actualidad, las nuevas variedades de triticale tienen el mismo rendimiento que las variedades nuevas de trigo (más de 8,0 toneladas / ha). Sin embargo, en condiciones de secano, el rendimiento promedio de triticale es 15 por ciento más que el trigo (Hernández, 2001). Bajo buenas condiciones de secano (700 mm / año), el triticale ha producido 6,5 toneladas / ha, mientras que bajo condiciones de secano de baja precipitación (300 mm / año), los rendimientos de triticale son de 2,5 toneladas / ha (Hernández y Rodríguez, 1998; Gonzales Iñiguez, 1991).

Como forraje, el triticale también rinde más que el trigo, la cebada y la avena. En general, el rendimiento de materia seca del triticale variaron entre 8,5 y 25,0 toneladas / ha, dependiendo de los tipos de crecimiento: tipos de primavera, intermedios o de invierno. En general los tipos de invierno e intermedios superan al de primavera en la producción de forraje en aproximadamente un 30 por ciento. Además, ofrecen una mejor distribución de la producción a través de las diferentes cosechas (Lozano, 1991; Lozano et al., 1998; Mergoum et al., 1999).

Las principales limitaciones para la producción de triticale en las regiones húmedas son las enfermedades, como la costra causada por *Fusarium* sp., Bacteriosis causada por *Xanthomonas* sp., Mancha foliar y plagas causadas por *Helminthosporium* y roya lineal causada por *Puccinia striiformis*. En las regiones semi-áridas se puede presentar el golpe de calor durante el período de crecimiento afectando el rendimiento. En el norte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, la enfermedad más frecuente es la roya de la hoja causada por *Puccinia triticina* (González Iñiguez, 1991; González Iñiguez et al., 1996).

## **2.8 Antecedentes de las variedades a utilizadas en la investigación.**

### **2.8.1 Triticale AN-31.**

#### *Antecedentes.*

Es un triticale de genotipo hexaploide es una variedad de ciclo de invierno. Fue desarrollado en N.E por Borlaug a mediados de la década de 1940 (Borlaug, 1968) y aprobada por el CIMMYT y el programa de mejoramiento de triticale (Rajaram, 1995).

#### *Características.*

Siendo una variedad alta (165-180 cm), madurez tardía (155-180 d). Espiga completamente barbada, blanco, denso y picos medio vertical. Sus granos son de tamaño mediano-grande, con buena calidad para alimentación del ganado.

La variedad fue evaluada en ensayos avanzados de rendimiento de forraje en los ambientes del norte de México desde 1987 hasta 1991. Durante estos ciclos de cultivo, se evaluó a través de dos cortes en siete localidades (Abasolo, Arteaga, Saltillo, Torreón y Múzquiz, en el estado de Coahuila;

Jiménez, en el estado de Chihuahua, y Venecia, en el estado de Durango). Esta variedad obtuvo un promedio de 8131 kg ha<sup>-1</sup> (44, 61, y 11% más forraje seco que 'Eronga 83' de triticale de primavera, «avena Cuauhtémoc" y "raigrás anual de Oregón, respectivamente) (Lozano, 1991). Esta variedad fue evaluada por el rendimiento de grano en seis ambientes durante los ciclos 1989-1990 y 1990-1991. El rendimiento de grano de variedad osciló entre 2536 y 4178 kg ha<sup>-1</sup>. El peso promedio de la prueba de esta variedad es (638 Kg m<sup>-3</sup>), la cual fue similar a la Eronga 83 triticale de primavera (620 Kg m<sup>-3</sup>) (Lozano, 1991).

En la investigación del rendimiento de grano para esta variedad se ha obtenido 2.079 (ton/ha) en Navidad, Nuevo León (Arrollo, 2008).

### **2.8.2 Triticale AN-105**

"TCLF-AN-105" (Reg. No.TCL-009-251104, México; Reg. No. CV-31, PI 658496) es un triticale intermedios fue desarrollado con líneas provenientes del CIMMYT en México, identificado como un cultivar forrajero en México por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). La variedad fue seleccionado por los progenitores de la cruce CT776.81 // TESM01/MUSK603 producidos en el Valle del Yaqui, México, en 1989. CT776.81 y TESM01/MUSK603 dos líneas parentales (invierno y primavera triticale, respectivamente) generadas por el CIMMYT. La variedad fue liberada debido a su producción de biomasa, la duración del ciclo y el valor nutritivo. La selección se basó principalmente en forraje y características agronómicas y resistencia a la roya de la hoja y tallo.

En una investigación reciente del rendimiento de grano para esta variedad mencionada, se ha obtenido 1.734 (ton/ha.) para la región de Navidad, Nuevo León (Arrollo, 2008).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización geográfica general del sitio experimental.

El trabajo experimental se realizó durante el ciclo otoño - invierno del 2009 – 2010 en el jardín hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado en Buenavista municipio de Saltillo, Coahuila, a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo sobre la carretera 54 a Zacatecas. Las coordenadas geográficas del sitio donde se realizó la investigación son: 25°21'15.36" Latitud Norte y 101° 02'8.96" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de, 1763 msnm.

#### 3.2 Características generales del sitio de estudio

##### 3.2.1 Clima

De acuerdo al sistema de Köppen modificado por E. García (1964), el clima de la región comprendida para Buenavista, Saltillo, Coahuila; es representado por **Bso K (x´) (e)**, donde los términos significan:

**Bso.-** Es el más seco de los BS, con un coeficiente de P/T (22.9).

**K.-** Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la del mes más frío entre -3°C y 18°C y la del mes más caliente de 18°C.

**x´.-** Régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno.

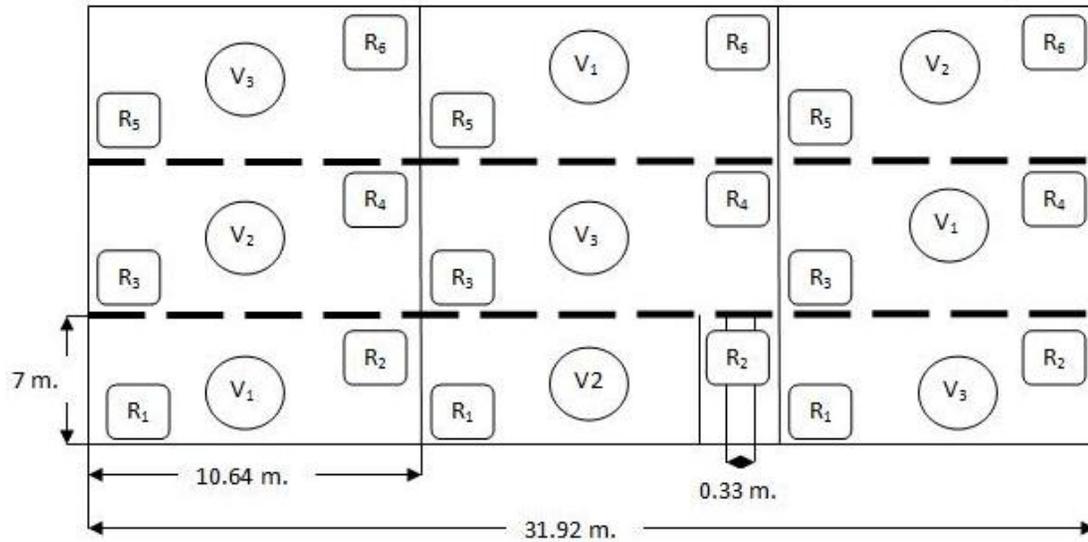
La precipitación media anual es de 345 milímetros. Los meses más lluviosos en el año son de junio a septiembre, siendo el más lluvioso el mes de junio.

### **3.2.2 Propiedades físicas y químicas del suelo.**

El suelo es de origen aluvial, pertenece a la unidad taxonómica faeozem, la pendiente del terreno es de 0.68 por ciento, textura es migajón arcillosa con un contenido de materia orgánica del 3.49 por ciento, con un porcentaje de nitrógeno total de 0.174, en el caso del fósforo es de 69.5 y el potasio de 13.5; el pH es de 8.325 es medianamente alcalino, siendo la densidad aparente de  $1.17 \text{ g/cm}^3$ , (los resultados dados anteriormente fueron promediados de los valores de los dos estratos). La capacidad de campo y el punto de marchites permanente promedio fue de 30.4 % y 15.2 % respectivamente. Como se muestran claramente en el cuadro siguiente:

**Cuadro 3.1.** Valores de propiedades físicas y químicas del suelo del sitio de estudio.

Característica	Valor		Descripción	
	0-30	30-60	0-30	30-60
<b>Estratos</b>				
<b>pH</b>	8.33	8.32	Medianamente alcalino	Medianamente alcalino
<b>C.E ds / m.</b>	0.897	0.742	Suelo no sódico	Suelo no sódico
<b>Materia Orgánica %</b>	3.99	2.99	Muy rico	Medianamente rico
<b>Nitrógeno Total %</b>	0.199	0.149	Mediano	Medianamente rico
<b>Fosforo Kg / ha.</b>	27.0	Más de 112.0	Medianamente pobre	Extremadamente rico
<b>Potasio Kg / ha.</b>	9.0	4.5	Extremadamente pobre	Extremadamente pobre
<b>Carbonatos Totales %</b>	72.56	77.46	Muy alto	Muy alto
<b>Arcillas %</b>	36.0	34.0		
<b>Limo %</b>	26.0	24.0		
<b>Arena %</b>	38.0	42.0		
<b>Textura</b>			Migajón arcillosa	Migajón arcillosa
<b>Capacidad de Campo (% vol.)</b>	30.4			
<b>Punto de marchites permanente (% vol.)</b>	15.2			



**Figura 3.1.** Representación esquemática del sitio de estudio y ubicación de las parcelas experimentales.

$V_1$  = Variedad AN-31

$V_2$  = Variedad AN-105

$V_3$  = Variedad AN-125

$R_1$  = Repetición 1

$R_2$  = Repetición 2

$R_3$  = Repetición 3

$R_4$  = Repetición 4

$R_5$  = Repetición 5

$R_6$  = Repetición 6

### 3.3. Establecimiento del experimento y labores de cultivo.

Antes de establecer la investigación, se realizó la preparación del terreno el cual consistió en acondicionar adecuadamente el suelo para así obtener y maximizar el desarrollo del cultivo de triticale establecido. Las labores fueron las siguientes:

#### 3.3.1 Barbecho.

Su finalidad es el remover el suelo, para así aumentar la aireación, hacer que los residuos de las cosechas anteriores se degraden con mayor facilidad,

eliminar plagas y enfermedades del suelo y favorecer a la penetración del agua de los riegos a aplicar.

### **3.3.2 Rastra.**

Su finalidad de esta labor es fraccionar y pulverizar los terrones que quedaron después del barbecho, también mezclar bien los residuos de materia orgánica de la cosecha anterior.

### **3.3.3 Nivelación.**

Esta labor nos permite una mejor distribución del agua de riego, evitando así encharcamiento del agua de riego en los desniveles de las parcelas.

### **3.3.4 Tamaño de la parcela experimental.**

Las tres variedades de triticale (AN-31, AN-105 Y AN-125) que se sembraron bajo un diseño completamente al azar, las unidades experimentales se ubicaron en tres bloques, y tuvieron una superficie promedio de 74.4 m<sup>2</sup> con dimensiones de 7 X 10.64 m. La siembra se realizó en líneas, teniendo una separación entre surcos de 0.33 m. Mostrado en la figura 3.1.

### **3.3.5 Siembra.**

La siembra se llevó a cabo el día 18 de diciembre del 2009, se hizo de forma manualmente con una densidad de siembra de aproximadamente 118 kg/ha., aplicando con anterioridad un riego con duración de 4 hr. el día 11 de diciembre del 2009, con una lamina de riego de 8.96 cm., para después dar un rastreo removiendo la tierra y eliminando una gran cantidad de malezas que hayan salido, para después pasar con la sembradora eliminando malezas, surcando y sembrando a la vez.

### **3.3.6 Fertilización.**

Para esta investigación no se utilizó ningún tipo de fertilización, por lo cual los nutrientes requeridos por la planta básicamente fueron tomados del suelo donde este fue cultivado. Los cuales se tenían al alcance de la planta están mostrados en el cuadro 3.1.

### **3.4 Determinación del contenido de humedad por el método gravimétrico.**

Se realizó la determinación del contenido de humedad por el método del aspersor de neutrones de acuerdo a los procedimientos del manual de prácticas de RASPA (Rodríguez García, 1992). Para así obtener los datos de capacidad de campo y punto de marchites permanente del suelo; con esto poder calibrar el aspersor de neutrones. Previo a las mediciones se efectuó la instalación de tubos de aluminio en cada unidad experimental hasta una profundidad de 120 m, para que la sonda accediera a diferentes profundidades en el suelo. Las mediciones fueron periódicas durante el ciclo del cultivo.



**Figura 3.2** Barrenamiento en el centro de las unidades experimentales para la instalación de tubos de acceso para la sonda del aspersor de neutrones.

### 3.5 Riegos.

Los riegos se efectuaron considerando un abatimiento de la humedad disponible ( $\Delta HD$ ) entre el 50% considerando un estrato de 0-60 cm. los primero3 riegos, y en los últimos 4 riegos consideramos un estrato de 0-80 cm, ya que la zona radicular era mayor. Se determinó el abatimiento del contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$\Delta HD \% = \frac{(Hsvcc - Hsvx)}{(Hsvcc - Hsvpmp)} \times 100$$

Donde:

$\Delta HD$  % = Abatimiento de la humedad disponible en porciento.

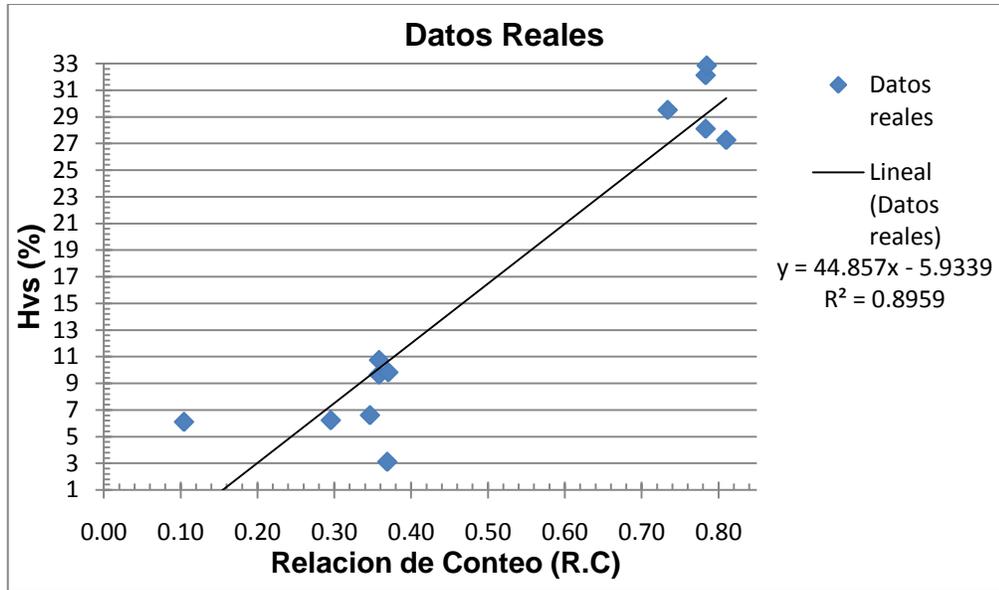
**Hsvcc** = Contenido de humedad a capacidad de campo.

**Hsvx** = Contenido de humedad en un determinado abatimiento.

**Hsvpmp** = Contenido de humedad a punto de marchites permanente.

Las mediciones de humedad del suelo en cada unidad experimental se efectuaron semanalmente (una a dos veces), por estratos de 20 cm, utilizando el aspersor de neutrones. La calibración del aparato se realizó de acuerdo al procedimiento recomendado en el manual de prácticas de RASPA (Rodríguez García, 1992). La ecuación de la calibración del aspersor de neutrones es:

$$Hsv \% = 44.857 RC - 5.9339$$



**Figura 3.3** Relación entre la relación de conteo y el contenido de humedad base volumen (Hvs %), para la calibración del aspensor de neutrones.

RC = La relación de conteo es obtenida por conteo medio (CM) entre el conteo estándar (CE).



**Figura 3.4** Medición del contenido de humedad por el método del aspensor de neutrones.

La determinación de la lámina de riego (cm) en función del abatimiento de la humedad del suelo es calculada por medio de la formula:

$$LR = \frac{[(Hsvcc - Hsvx)(Prof.)]}{100}$$

Donde:

**LR** = Lamina de riego (cm).

**Hsvcc** = Contenido de humedad promedio (% volumen) en el suelo a capacidad de campo.

**Hsvx** = Contenido de humedad promedio en el suelo (% volumen) en un determinado abatimiento.

**Prof.** = Profundidad del suelo (cm).

Los riegos se efectuaron por medio de un sistema de riego por aspersión. El tiempo de riego se calculó conociendo la velocidad de precipitación del aspersor por cada hora. La cual se obtuvo efectuando una prueba de pluviometría de los aspersores que duro 2 horas. Se colectó el volumen precipitado en recipientes de un litro distribuidos en una parcela, la lámina precipitada y la velocidad de precipitación se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$LP = \frac{V_{vaso}}{A_{vaso}}$$

$$VP = \frac{LP}{T}$$

Donde:

**LP** = Lamina precipitada (cm).

**V<sub>vaso</sub>** = Volumen del vaso (cm<sup>3</sup>).

**A<sub>vaso</sub>** = Área de vaso (cm<sup>2</sup>).

**VP** = Velocidad de Precipitación (cm/hr.).

**T** = Tiempo de la Prueba (Hrs).

**Cuadro. 3.2** Fechas de los riegos dados, la lámina de riego aplicada y horas de riego que se les dio por cada riego.

<b>Fecha de riego</b>	19-12-2009	28-12-2009	22-01-2010	03-03-2010	13-03-2010	22-03-2010	14-04-2010	27-04-2010	05-05-2010	13-05-2010
<b>Lamina de riego (cm.)</b>	4.48	1.12	2.24	5.43	5.13	6.36	9.81	7.29	7.46	1.79
<b>Horas de riego (hr.)</b>	4.00	1.00	2.00	3.03	2.86	3.55	5.47	3.08	4.16	1.00

### **3.6 Control de las plagas, enfermedades y malezas.**

Este cultivo se desarrollo sin plagas y enfermedades y no se requirió control de malezas.

### **3.7 Cosecha y colecta de las variables de estudio.**

La cosecha fue manual y se realizó el día 10 junio del 2010. En cada parcela se tomaron dos muestras de una superficie de 74.4 m<sup>2</sup>.

### **3.8 Diseño experimental.**

El diseño experimental que se utilizo para este estudio fue el diseño completamente al azar con seis repeticiones.

### **3.9 Análisis estadístico.**

El análisis estadístico se efectuó con el software de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significación del 5%.

### **3.10 Variables estudiadas.**

Con la finalidad de disponer de un número mayor de repeticiones considerando que el tamaño de las unidades experimentales es grande, en cada unidad se tomaron dos muestras o repetición de cada variable evaluada, para disponer para el análisis estadístico con 6 repeticiones, como se muestra en la figura 3.1. Las variables estudiadas durante la investigación fueron las siguientes:

#### **❖ Numero de espigas por metro cuadrado.**

El resultado de esta variable es obtenido después de cosechar un metro lineal, de un surco al azar, para cada repetición de cada tratamiento evaluado; después se contabilizó el número de espigas y se multiplicó por tres, ya que cada surco tiene 0.33 metro entre ellos, dando así el metro cuadrado.

#### **❖ Longitud de espiga (cm.).**

Para obtener el resultado de esta variable se recolectaron 10 espigas al azar para cada repetición de cada tratamiento, en seguida se realiza la medición con una regla en cm. y se obtiene el promedio de cada repetición correspondiente.

#### **❖ Numero de espiguillas por espiga.**

De las 10 espigas anteriores que se recolectaron, se realizaron el conteo de las espiguillas que hay en cada una de estas, para después realizar un promedio de estas y así obtener un solo valor para la repetición correspondiente de cada tratamiento evaluado.

❖ **Numero de granos por espiga.**

Las 10 espigas recolectadas anteriormente para cada repetición, se desgranaron una por una, para después contabilizar el número de granos para cada una de las 10 espigas, y se obtiene un promedio para dar el resultado de cada repetición que le corresponde.

❖ **Peso de granos por espiga (gr.).**

Posterior a contar los granos por cada espiga se pesaron estos en una balanza semi-analítica, y se calculó un promedio para cada repetición.

❖ **Peso de 1000 granos (gr.).**

La determinación de la variable se realizó tomando 1000 granos al azar de cada y fueron pesadas en una balanza analítica de precisión.

❖ **Altura de la planta (cm.).**

Fueron tomadas las alturas de las 15 plantas para cada repetición, desde la superficie del suelo hasta el extremo distal de la espiga, este dato fue tomado antes de que se cosechara la parcela, utilizándose un estadal con medición en centímetros.

❖ **Rendimiento de grano (kg/ha.).**

Para la obtención de la variable, se cosechó una superficie de 1.5 m<sup>2</sup> por cada una de las seis repeticiones por tratamiento. El siguiente paso fue realizar la trilla de cada una de la muestra o repetición con una trilladora estacional. El grano limpio fue pesado en una balanza semi-analítica, se

ajusto el peso para cada muestra a un contenido de 12% de humedad. Posteriormente se calculó el rendimiento de grano en kg/ha.



**Figura 3.5** Recolección del material genético para evaluar cada una de las variables.

❖ **Peso hectolítrico (Kg/hectolitro.).**

Con cada repetición de los tratamientos disponibles del rendimiento de grano se llena un recipiente metálico al ras de medio litro con grano, se pesa el grano contenido en el recipiente y se multiplica por dos para expresarlo en kg/hectolitro. Este procedimiento se realiza con la muestra obtenida por cada repetición.



**Figura 3.6** Determinación del peso hectolítrico para las 6 repeticiones de cada tratamiento, con la balanzas especial para esta variable medida.

**Cuadro 3.3** Material genético utilizado en el experimento ubicado en el jardín hidráulico en la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Tratamiento	Descripción	Habito de crecimiento
1	AN-31	Intermedio-Invernal
2	AN-105	Intermedio
3	AN-125	Intermedio

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Se han realizado análisis de varianza y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05, para cada una de las siguientes variables evaluadas: número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 1000 granos, altura de la planta, rendimiento de grano, peso hectolítrico.

### 4.1 Numero de espigas por metro cuadrado.

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.1), indicó que fue significativo estadísticamente entre tratamientos. El número de espigas por metro cuadrado promedio para T<sub>3</sub> (AN-125) y T<sub>2</sub> (AN-105) fue de 463.5 y 461.4 respectivamente, estadísticamente iguales y superiores a T<sub>1</sub> (AN-31) con un valor de 368.2 (Cuadro 7.1 apéndice). En comparación con otros cereales importantes como es el trigo el número de espigas por metro cuadrado obtenidos en esta investigación es alto, Magrín y col (1983) reportan números de espigas por metro cuadrado de 180 a 240.

**Cuadro 4.1** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de espigas por metro cuadrado de las 3 variedades de triticale evaluadas en el jardín hidráulico de la UAAAN, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>Tratamientos</b>	2	35546.50	17773.250000	6.0580	0.0120 *
<b>Error</b>	15	44007.50	2933.833252		
<b>Total</b>	17	79554.00			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 12.57 %

#### 4.2 Longitud de la espiga (cm.).

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.2), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. La longitud de la espiga promedio para T<sub>1</sub> fue de 11.3 cm, siendo estadísticamente superior para T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, estadísticamente iguales con un valor de 10.5 y 10.3 cm respectivamente (cuadro 7.2 apéndice). La longitud de T<sub>1</sub> fue superior a las reportadas por Arrollo (2008), para las variedades AN-31 y AN-105 con 10.6 y 9.5 cm respectivamente, y siendo iguales a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>.

**Cuadro 4.2** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para la longitud de la espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	3.524902	1.762451	6.3041	0.010 **
<b>Error</b>	15	4.193604	0.279574		
<b>Total</b>	17	7.718506			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 4.95 %

#### 4.3 Numero de espiguillas por espiga.

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.3), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. El numero de espiguillas por espiga promedio para T<sub>1</sub> fue de 66.5, estadísticamente superior al T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, que son iguales con un valor de 54.7 y 52.3 respectivamente (cuadro 7.3 apéndice). Arrollo (2008), obtuvo 78.8 y 65.8 numero de espiguillas por espiga para las variedades AN-31 y AN-105 respectivamente, para este caso los resultados son mayores que los que

presentan en el trabajo. Temperaturas más cálidas durante el ciclo del cultivo pudieron afectar el número de espiguillas.

**Cuadro 4.3** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de espiguillas por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	694.250000	347.125000	50.6405	0.000 **
<b>Error</b>	15	102.820313	6.854688		
<b>Total</b>	17	797.070313			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 4.53 %

#### 4.4 Numero de granos por espiga.

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.4), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. El numero de granos por espiga promedio para T<sub>1</sub> fue de 66.5, estadísticamente superior al T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, estadísticamente iguales con valor de 54.9 y 53.3 respectivamente (cuadro 7.4 apéndice). El numero de granos del tratamiento T<sub>1</sub> fue superior a los valores reportados por Arrollo (2008), quien cita para las variedades AN-31 y AN-105 es de 61.8 y 46.9 granos por espiga respectivamente. Esta variable está en función del número de espiguillas por espiga, (definido entre el estado de doble lomo y aparición de la espiguilla terminal) por (agribit.com).

**Cuadro 4.4** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el número de granos por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	523.886719	261.943359	36.6488	0.000 **
<b>Error</b>	15	107.210938	7.147396		
<b>Total</b>	17	631.097656			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 4.62 %

#### **4.5 Peso de granos por espiga (gr.).**

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.5), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. El peso de granos por espiga promedio para T<sub>3</sub> fue de 2.6 gr siendo estadísticamente mayor que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, y siendo estadísticamente iguales con un valor de 2.1 y 2.3 gr. respectivamente (cuadro 7.5 apéndice). Acevedo et al (1991) Y Samad et al (1994), asientan que un castigo por calor durante la fase de antésis-madurez fisiológica, afecta la translocación de fotosintatos hacia el grano, principalmente la síntesis y depósito de almidón. Además, los autores indican que este castigo trae como consecuencia una reducción en el período de llenado de grano, número de granos por espiga, tamaño y peso del grano. Esto es importante citarlo porque la etapa de antesis maduración se llevó a cabo durante los meses de abril a junio que son los meses más cálidos del año.

**Cuadro 4.5** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el peso de granos por espiga de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	0.671188	0.335594	6.5703	0.009 **
<b>Error</b>	15	0.766159	0.051077		
<b>Total</b>	17	1.437347			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 4.62 %

#### **4.6 Peso de 1000 granos (gr.).**

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.6), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. El peso de 1000 granos promedio para T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> fue de 46.3 y 44.6 gr. respectivamente, estadísticamente iguales y superiores a T<sub>1</sub> con un valor de 33.7 (cuadro 7.6 apéndice). Arrollo (2008) obtuvo los siguientes valores para las variedades AN-31 y AN-105 de 38.6 y 38.2 gr. respectivamente, para la primera variedad mencionada anteriormente el valor es más alto y para la otra variedad es menor en comparación a los datos obtenidos en el trabajo.

Acevedo *et al* (1991) Y Samad *et al* (1994), asientan que un castigo por calor durante la fase de antésis-madurez fisiológica, afecta la translocación de fotosintatos hacia el grano, principalmente la síntesis y depósito de almidón. Además, los autores indican que este castigo trae como consecuencia una reducción en el período de llenado de grano, número de granos por espiga, tamaño y peso del grano. Esto es importante citarlo porque la etapa de antesis maduración se llevó a cabo durante los meses de abril a junio que son los meses más cálidos del año y el tratamiento T<sub>1</sub> ( AN-31) de ciclo más largo fue

las más afectada por las condiciones de calor. Abdeishafi y Ageeb (1994) e Ishag (1994), al comparar el efecto de las fechas de siembras tardías con las óptimas, encontraron que las primeras tienen un efecto negativo y significativo sobre el peso de 1000 semillas, así como el número de granos por espiga y planta.

**Cuadro 4.6** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el peso de 1000 granos de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	562.888672	281.444336	72.3633	0.000 **
<b>Error</b>	15	58.339844	3.889323		
<b>Total</b>	17	621.228516			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 4.75 %

#### **4.7 Altura de la planta (cm.).**

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.7), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. La altura de la planta promedio para T<sub>1</sub> fue de 144.7cm., estadísticamente mayor a T<sub>3</sub> con una altura de 101.5 cm, y superior a T<sub>2</sub> con 96.5 cm. (Cuadro 7.7 apéndice). Comparando con Arrollo (2008), obtuvo para la variedad AN-31 y AN-105 valores de 126.6 y 78.3 cm. respectivamente, menores a los datos que sean obtenido en el trabajo presente. De acuerdo a Lozano (1991) el T<sub>1</sub> alcanza alturas promedio de 1.65 a 1.80 m, la menor altura alcanzada en el presente trabajo se atribuye a las condiciones climáticas que predominaron durante parte del desarrollo del cultivo y que afectaron el crecimiento de las plantas.

**Cuadro 4.7** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para la altura de la planta de las 3 variedades de triticales evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	8416.765625	4208.382813	302.9884	0.000 **
<b>Error</b>	15	208.343750	13.889584		
<b>Total</b>	17	8625.109375			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 3.26 %

#### **4.8 Rendimiento de grano (Kg/ ha.).**

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.8), indicó que fue significativo estadísticamente entre tratamientos. El rendimiento del grano promedio para T<sub>2</sub> fue de 4970.0 kg/ha., estadísticamente superior que T<sub>1</sub> (AN-31) con un rendimiento de 3627.8 kg/ha siendo el menor estadísticamente, el rendimiento de T<sub>3</sub> fue de 4451.1 kg/ha estadísticamente es igual que T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub>. (Cuadro 7.8 apéndice).

Los rendimientos de las tres variedades presentadas y evaluadas en este experimento son aceptables para esta región, en comparación a los rendimientos que citan en la literatura Hernández y Rodríguez (1998) y Gonzales Iñiguez (1991), que obtuvieron un rendimiento de 6500 kg/ha. bajo buenas condiciones de secano (700 mm/año); en cambio Arrollo (2008), obtuvo para la variedad AN-31 y la AN-105 rendimientos de 2079.0 y 1734.0 kg/ha respectivamente siendo inferiores a los obtenidos en este trabajo. Brotwright et al., 2001; Rebetzke et al., 2001 citan que se obtiene mayor rendimiento de grano en materiales de menor altura, debido a una reducción en el vigor temprano (área foliar), lo cual coincide con los resultados obtenidos en la

presente investigación, el material que obtuvo el menor tamaño de planta fue el tratamiento T<sub>2</sub>.

Es importante señalar que no se aplicó fertilizante, que el suelo tenía un contenido de mediano a medianamente rico de nitrógeno total y de medianamente pobre a extremadamente rico en fosforo (cuadro 3.1), satisfaciendo los requerimientos del cultivo para este rendimiento.

**Cuadro 4.8** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el rendimiento de grano de las 3 variedades de triticale evaluadas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>Tratamientos</b>	2	5497184.00	2748592.0000	4.4915	0.0290 *
<b>Error</b>	15	9179232.00	611948.8125		
<b>Total</b>	17	14676416.00			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 17.98 %

#### 4.9 Peso hectolítrico (Kg/ hectolitro).

Los resultados del análisis de varianza que se obtuvo para esta variable evaluada (cuadro 4.9), indicó que fue altamente significativo estadísticamente entre tratamientos. El mayor peso hectolítrico fue para T<sub>2</sub> con un valor de 72.2 kg/hectolitro, siguiéndole el T<sub>3</sub> con 71.0 kg/hectolitro y el menor T<sub>1</sub> con 62.0 kg/hectolitro. (Cuadro 7.9 apéndice). Arrollo (2008) nos menciona que en la variedad AN-31 y AN-105 obtuvo valores de 61.2 y 61.4 Kg/hectolitro respectivamente, siendo inferiores a los resultados obtenidos. El peso hectolítrico es importante ya que nos indica que tan sano es el grano que se obtiene, cuanto más sano sea el grano mayor será la proporción de almidón en él y mejor será la separación del endospermo, este parámetro nos da una

buena estimación en la calidad física y molinera de los cereales (oeidrus-bc.gob.mx).

La calidad del grano peso y tamaño está determinada por la translocación de fotosíntatos hacia el grano, principalmente la síntesis y depósito de almidón (Acevedo *et al*, 1991 y Samad *et al* ,1994), esto explicaría los resultados en la presente investigación donde en el tratamiento T<sub>2</sub> la planta tuvo mayor asimilación y translocación.

**Cuadro 4.9** Resultados del análisis de varianza del diseño completamente al azar para el peso hectolítrico de las 3 variedades de triticale evaluadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamientos</b>	2	371.453125	185.726563	312.8026	0.000 **
<b>Error</b>	15	8.906250	0.593750		
<b>Total</b>	17	380.359375			

ns = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

C.V = 1.13 %

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de clima en que se desarrollaron los cultivos el mejor tratamiento fue el T<sub>2</sub> (AN-105), ya que fue superior en la variable más importante que es el rendimiento de grano, así mismo que en otras variables que indican mejor calidad del grano peso de 1000 granos, peso hectolítrico, el mayor número de espigas por metro cuadrado significó un efecto favorable en el rendimiento.

Los tratamientos T<sub>1</sub> (AN-31) y T<sub>3</sub> (AN-125) fueron estadísticamente iguales en rendimiento, aunque fueron estadísticamente superiores que T<sub>1</sub> en diferentes variables (longitud de espiga, número de espiguillas, número de granos por espiga, peso de grano por espiga) si influencia no impacto para obtener el mayor rendimiento.

Los rendimientos de las tres variedades presentadas y evaluadas en este experimento son aceptables para esta región, en comparación a los rendimientos que citan en la literatura.

## VI. REFERENCIAS

- ❖ Agrobit.com, página web para la definición fisiológica del peso granos por espiga y peso de mil granos. [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/agricultura/trigo/AG\\_000003tr.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/agricultura/trigo/AG_000003tr.htm)
- ❖ Acevedo et al (1991) Y Samad et al (1994), Abdeishafi y Ageeb (1994) e Ishag (1994), <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/Semilla.pdf>
- ❖ Arrollo, T. J. C. 2008. Evaluación del Rendimiento del Grano y sus Componentes en Triticale (Triticosecale Wittmack) de Diferentes Hábitos de Crecimiento en Navidad N. L. Ciclo 2007-2008.
- ❖ Borlaug, N.E. 1968. Wheat breeding and its impact on world food supply. p. 1–36. *In* K.W. Finley and K.W. Shephard (ed.) Proc. Int. Wheat Genet. Symp., 3rd, Canberra, Australia. 5–9 Aug. 1968. Australian Acad. of Sci., Canberra, Australia.
- ❖ Barrera, g. e. 1987. Evaluación de genotipos de triticale (X. Triticosecale Wittmack) completos y substituidos en dos localidades del norte de México, ciclo verano 1987. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ❖ Brotwright, T.L.; Rebetzke, G.J.; Condon, A.G. and Richards, R.A. 2001. Influence of variety, seed position and seed on screening for coloeoptile length in bread wheat (*triticum aestivum* L.). *Euphytica* 119(3): 349-356.
- ❖ Carney, J. 1992. *Triticale production in the Central Mexican Highlands: smallholders' experiences and lessons for research*. CIMMYT Economics Papers *Triticale improvement and production* 127 No. 2. Mexico, DF, CIMMYT. 48 pp.
- ❖ Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1979. Informe de CIMMYT. México, D.F.
- ❖ Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1981. Informe de CIMMYT. México, D.F.

- ❖ Cooper, K.V. 1991. Breeding Triticale for Australian Problem Soils. In CIMMYT (Ed). Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Triticale Symposium. Mexico, D.F. CIMMYT. Pp. 188-195.
- ❖ Colín, R. M. 1986. Evolución de 25 genotipos de triticale (X Triticosecale Wittmack), para rendimiento y sus componentes en la región de Navidad, N. L. Ciclo 1984-1985. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ❖ González Iñiguez, R.M. 1991. Adaptation and stability of triticales Eronga 83 and Tarasca 86 in Michoacán, México. In *Proc. 2nd Int. Triticale Symp.*, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, 1-5 Oct. 1990, p. 614. México, DF, CIMMYT.
- ❖ González Iñiguez, R.M., Castrejon, C.A. & Venegas González, E. 1996. Evaluation of selection criteria for tolerance to *usarium graminearum* in triticale. In H. Guedes-Pinto, N. Darvey & V.P. Carnide, eds. *Triticale: today and tomorrow*, p. 549. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Press.
- ❖ Hernández, S.A. 2001. *Experiencias en el mejoramiento y difusión del triticale desde 1996 en el INIA, CIMMYT, INIFAP e ICAMEX.*
- ❖ Hernández, S.A. & Macario, R. 2000. *El triticale, su cultivo, su potencial productivo y nutritivo en el Estado de México.* Folleto de Difusión del ICAMEX. Gobierno del Estado de México. Metepec, México, SEDAGRO, ICAMEX. 20 pp.
- ❖ Hernández, S.A. & Rodríguez D., R. 1998. *Guía para cultivar triticale de temporal en el Estado de México.* Folleto Técnico No. 4. Gobierno del Estado de México. Metepec, México, SEDAGRO, ICAMEX. 8 pp.
- ❖ Hede, A.R. (2000) Un nuevo acercamiento a la mejora del Triticale.  
<http://www.cimmyt.org>
- ❖ Infoagro.com, <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo2.htm>
- ❖ (Laibach, 1925). Ubicado en la página web  
<http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Triticale>

- ❖ Lozano, R. A. J. 1985. Reporte Interno del programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- ❖ Lozano, A.J. 1991. Studies on triticale forage production under semiarid conditions of northern Mexico. p. 264–267. *In Proc. Int. Triticale Symp.* Passo Fundo, 2nd, Rio Grande do Sul, Brazil. 1–5 Oct. 1990. CIMMYT, México, D.F., México.
- ❖ Lozano, A.J., Zamora, V.M., Diaz-Solis, H., Mergoum, M. & Pfeiffer, W.H. 1998. Triticale forage production and nutritional value in the northern region of Mexico. *In P. Juskiw, ed. Proc. 4th Int. Triticale Symp.*, Red Deer, Alberta, Canada, 26-31 July 1998, Vol. II, p. 259. International Triticale Association.
- ❖ Magrín, G., C. Senigagliaesi, E. Frutos. 1983. Análisis de la variación del rendimiento y sus componentes en trigo bajo diferentes densidades de siembra y dosis de fertilizante nitrogenado. EEA INTA Pergamino. Informe técnico 190: 1-15.
- ❖ Mergoum, M., Pfeiffer, W.H., Peña, R.J. & Lozano, A.J. 1999. Triticale: adaptation, end-uses and challenges. *In Jornadas Ibericas sobre triticale*, p. 26. Andalucía, Spain.
- ❖ oeidrus-bc.gob.mx, definición del peso hectolítrico. <http://www.oidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Industrializacion/InformeCalidad.pdf>
- ❖ (Oetler 2005).  
Ubicado en la página web <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Triticale>
- ❖ Plancho, C. 1979. Photosynthesis, transpiration, resistance to CO<sub>2</sub> transfer, and water efficiency of flag leaf of bread wheat, durum wheat and triticale. *Euphytica*. 28: 403-408.
- ❖ Rajaram, S. 1995. Wheat germplasm improvement: Historical perspectives, philosophy, objectives and missions. p. 1–9. *In S. Rajaram and G.P. Hettel (ed.) Wheat breeding at CIMMYT: Commemorating 50 years of research in Mexico for global wheat improvement. Wheat Spec. Rep. no. 29.* CIMMYT, México, D.F., México.

- ❖ Robles, S.R. 1986. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Editorial Limusa. México.
- ❖ Rodríguez, C.R.R. 1982. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y estabilidad de triticale (triticale hexaploide Lart.), en la región de navidad, N.L Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ❖ Rodríguez, P. G. 1988. Evaluación de triticales completos y substituidos en dos ambientes de temporal del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- ❖ Rodríguez García, 1992. Manual de prácticas de Relación Agua, Suelo, Plata y Atmosfera (RASPA).
- ❖ Royo, C. 1992. El triticale, base para el cultivo y aprovechamiento. Editorial Agroguías Mundi/ Prensa Madrid.
- ❖ Skovmand, B., P. N. Fox and R. L. Villarreal. 1984. Triticale in commercial agriculture: Progress and promise. CIMMYT. El Batán. México.
- ❖ Skovmand, B., H. J. Braun and P. N. Fox. 1984. Comparision of complete and substituted: hexaploide spring triticales. CIMMYT. Mexico.
- ❖ Ubicación de la variedad AN-125 en la web (2010).  
<http://www.agribiotech.com.mx/articulostecnicos/Triticale%20Etapas%20Fenologicas%20AN%2031%20y%20105.pdf>
- ❖ Varughese, G.T., Barker y E. Saari.1987.Triticale CMMYT. Mexico, D.F. Pp 32.
- ❖ Wilson, A.S. 1875. On wheat and rye hybrids. *Trans. Proc. Bot. Soc.*, 12: 286-288.
- ❖ Zillinski, F.J 1974. Improving seed formation in triticale in: Proceedings of an international Symposium. Batán, Mexico, 1-3 October 1973.

## VII. APÉNDICE

**Cuadro. 7.1** El número de espigas por metro cuadrado promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

Tratamiento	No. de repetición						$\bar{x}$	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>		
1 (AN-31)	385.0	345.0	415.0	355.0	412.0	297.0	368.2	B
2 (AN-105)	485.0	470.0	403.0	367.0	491.0	552.0	461.3	A
3 (AN-125)	542.0	433.0	406.0	470.0	491.0	439.0	463.5	A

**Cuadro. 7.2** Longitud de la espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

Tratamiento	No. de repetición						$\bar{x}$	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>		
1 (AN-31)	11.2	12.5	10.7	11.1	11.0	11.3	11.3	A
2 (AN-105)	10.0	10.1	10.5	10.7	10.7	11.0	10.5	B
3 (AN-125)	10.2	9.9	10.5	9.6	10.2	11.2	10.3	B

**Cuadro. 7.3** Número de espiguillas por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

	No. de repetición							
Tratamiento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	$\bar{x}$	
1 (AN-31)	66.7	69.4	62.5	64.7	66.9	68.7	66.5	A
2 (AN-105)	50.2	48.2	54.1	55.3	54.3	51.4	54.7	B
3 (AN-125)	54.2	53.5	56.1	55.0	51.0	58.5	52.3	B

**Cuadro. 7.4** Número de granos por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

	No. de repetición							
Tratamiento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	$\bar{x}$	
1 (AN-31)	68.1	70.2	62.4	63.9	66.3	61.9	65.5	A
2 (AN-105)	55.8	49.1	52.7	53.0	52.4	56.8	54.9	B
3 (AN-125)	52.4	56.8	55.8	53.3	54.9	56.3	53.3	B

**Cuadro. 7.5** Peso de granos por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

	No. de repetición							
Tratamiento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	$\bar{x}$	
1 (AN-31)	2.4292	2.1428	2.2475	2.0454	1.9714	1.9579	2.1	B
2 (AN-105)	2.7717	2.3281	1.8363	2.3204	1.9882	2.4478	2.3	B
3 (AN-125)	2.5665	2.6312	2.5342	2.6299	2.7436	2.4693	2.6	A

**Cuadro. 7.6** Peso de 1000 granos promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

	No. de repetición							
Tratamiento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	$\bar{x}$	
1 (AN-31)	34.669	34.618	35.612	33.095	31.223	32.774	33.7	B
2 (AN-105)	48.697	44.821	45.763	42.016	43.328	42.892	44.6	A
3 (AN-125)	47.324	45.019	45.299	43.869	48.263	47.944	46.3	A

**Cuadro. 7.7** Altura de la planta promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

Tratamiento	No. de repetición						$\bar{x}$	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>		
1 (AN-31)	152	144	145	144	142	141	144.7	A
2 (AN-105)	95	89	100	99	96	100	96.5	C
3 (AN-125)	105	102	102	104	98	98	101.5	B

**Cuadro. 7.8** Rendimiento del grano promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

Tratamiento	No. de repetición						$\bar{x}$	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>		
1 (AN-31)	4306.7	4326.7	3100.0	3266.7	2953.3	3813.3	3627.8	B
2 (AN-105)	6153.3	6273.3	4206.7	4133.3	4380.0	4673.3	4970.0	A
3 (AN-125)	5193.3	5280.0	4566.7	4346.7	3666.7	3653.3	4451.1	AB

**Cuadro. 7.9** Peso hectolítrico promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.

Tratamiento	No. de repetición						$\bar{x}$	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>		
1 (AN-31)	61.6	60.6	61.8	62.2	63.0	62.8	62.0	C
2 (AN-105)	73.4	73.0	72.0	71.4	72.0	71.2	72.2	A
3 (AN-125)	71.4	71.2	71.2	71.0	70.0	71.2	71.0	B

**Cuadro 7 A-1** Concentración de datos de la comparación de medias con un nivel de significancia de 0.05 para todas las variables estudiadas en el experimento.

Variedad	Variables estudiadas								
	NEMC	LE	NEE	NGE	PGE	PG	AP	RG	PH
AN-31	B	A	A	A	B	B	A	B	C
AN-105	A	B	B	B	B	A	C	A	A
AN-125	A	B	B	B	A	A	B	AB	B

**NEMC** = Numero de espigas por metro cuadrado.

**LE** = Longitud de la espiga (cm.).

**NEE** = Numero de espiguillas por espiga.

**NGE** = Numero de granos por espiga.

**PGE** = Peso de granos por espiga (gr.).

**PG** = Peso de 1000 granos (gr.).

**AP** = Altura de la planta (cm.).

**RG** = Rendimiento de grano (kg/ha.).

**PH** = Peso hectolítrico (Kg/ litro.).

## VIII. ÍNDICE DE LOS CUADROS DE APÉNDICE

**Cuadro. 7.1** El número de espigas por metro cuadrado promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....45

**Cuadro. 7.2** Longitud de la espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....45

**Cuadro. 7.3** Número de espiguillas por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....46

**Cuadro. 7.4** Número de granos por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....46

**Cuadro. 7.5** Peso de granos por espiga promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....47

**Cuadro. 7.6** Peso de 1000 granos promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....47

**Cuadro. 7.7** Altura de la planta promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....48

**Cuadro. 7.8** Rendimiento de grano promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....48

**Cuadro. 7.9** Peso hectolítrico promedio para cada tratamiento y los resultados de la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05 evaluados en el experimento.....49

**Cuadro 7 A-1** Concentración de datos de la comparación de medias con un nivel de significancia de 0.05 para todas las variables estudiadas en el experimento.....49