

**CALIDAD DE SEMILLA DE SEIS GENOTIPOS DE TRITICALE (X.  
Triticosecale Wittmack) PRODUCIDOS CON DIFERENTES  
FUENTES DE FERTILIZACIÓN.**

**JOSÉ FELIPE OLGUÍN SOLÍS**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Grado de:**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA  
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

CALIDAD DE SEMILLA DE SEIS GENOTIPOS DE TRITICALE (X Triticosecale Wittmack) PRODUCIDOS CON DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN.

TESIS

POR:

JOSÉ FELIPE OLGUÍN SOLÍS

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

---

M.C. Antonio Valdez Oyervides

Asesor:

---

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor:

---

M.C. Federico Facio Parra

Asesor:

---

M.C. Maria Alejandra Torres Tapia

---

Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2007

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida, la oportunidad de aprender y por todas las amistades que encontré en Saltillo.

A mi **Alma Terra Mater** por haberme facilitado la oportunidad de estudiar.

Al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología Semillas por los conocimientos adquiridos.

A la T.L.Q. Sandra Luz García Valdez encargada del laboratorio “Msc Leticia A. Bustamante García” del CCDTS, por su contribución en el trabajo y por su amistad.

A mi comité de asesores, en especial al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río por haberme permitido trabajar con sus materiales genéticos.

Al M.C. Antonio Valdez Oyervides por su colaboración en el trabajo.

Al M.C. Federico Facio Parra por sus aportaciones.

A la M.C. Ma. Alejandra Torres Tapia por su importante contribución en la revisión.

A la Lic. Laura Lidia Fuentes Lara y al T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel por su apoyo en el análisis químico de la semilla.

## DEDICATORIAS

A mis padres

Sra. Ana Luisa Solís de Olguín †

y

Sr. Javier Olguín Bacilio

Por haberme dado la herencia más valiosa que un hijo pudiera merecer, “saber”, con toda mi admiración, respeto y cariño. Gracias.

A mis hermanos y sobrinos por su apoyo moral.

A mis compañeros de maestría, por su amistad.

## COMPENDIO

Calidad de semilla de seis genotipos de triticale (X Triticosecale Wittmack)  
producidos con diferentes fuentes de fertilización.

POR:

JOSÉ FELIPE OLGUÍN SOLÍS

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO DE 2007.

M.C. Antonio Valdez Oyervides-Asesor

*Palabras clave: Temperatura, Almacenamiento, Germinación, Vigor.*

Se evaluaron cinco genotipos de triticale (TCLF-70-99, TCLF-74-99, TCLF-54-98C, TCLF-55-98B y TCLF-66-98), los cuales han sido generados en el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN y la variedad Eronga-83, como testigo, la cual es producto de las investigaciones del INIFAP. En el mismo experimento se evaluaron diferentes

fuentes de fertilización química y orgánica, así como sus combinaciones, con las cuales fue producida la semilla (100% estiércol, 120-60-00, 100% composta de estiércol vacuno, 75% de fertilización química + 25% de composta, 50% de fertilización química + 50% de composta, 25% de fertilización química + 75% de composta y el testigo (cero fertilización).

La semilla se cosechó en mayo de 2005 en la localidad de Ampuero, Torreón, Coah. (25° 32' 40'' LN y 103° 26' 33'' LW) y se almacenó de junio de 2005 a junio de 2006 en Buenavista, Saltillo, Coah. (25° 21' 20'' LN y 101° 01' 30'' LW), bajo dos condiciones de almacenamiento a) Temperatura ambiente ( $\approx 17$  °C) y b) Temperatura alta ( $\approx 25$  °C).

El análisis estadístico se hizo de tres maneras: se utilizó el diseño parcelas divididas para obtener las medias de tratamientos y ubicarlos según el grupo de la prueba de rango que les correspondió, donde las fuentes de fertilización se consideraron como parcela mayor y los genotipos como menor, para obtener las medias y diferencias según periodos y condiciones de almacenamiento se analizaron por separado como parcelas subdivididas, siendo los periodos o las condiciones de almacenamiento la parcela mayor y las fuentes de fertilización y los genotipos, la mediana y la menor respectivamente.

Las variables evaluadas fueron: a) atributos físicos de la semilla (contenido de humedad antes de almacenar, peso volumétrico y peso de mil

semillas durante el almacenamiento), b) fisiológicos (germinación estándar, vigor y longitud de plúmula durante el almacenamiento) y c) bioquímico (contenido de proteína antes de almacenar).

El contenido de humedad inicial no presentó diferencias en los tratamientos; mientras que los porcentajes de proteína según la fertilización, fueron mas altos en las fertilizaciones 100% estiércol y 120-60-00, la que menor porcentaje reportó fue el testigo absoluto.

La semilla almacenada en la condición temperatura alta ( $\approx 25$  °C) disminuyó su peso volumétrico, encontrándose diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación, en ambas condiciones de almacenamiento.

En cuanto al peso de mil semillas la variedad testigo presentó el mayor peso, también se observó que dicho peso ascendió según el tiempo de almacenamiento en la temperatura alta.

De acuerdo con la fuente de fertilización utilizada se encontraron diferencias altamente significativas, de manera que, hubo efecto de la fuente de fertilización sobre la semilla. La fertilización que presentó la mejor respuesta fue la de 50% de fertilización química + 50% de composta, mientras que las

menos recomendables fueron las de 100% composta de estiércol vacuno y la fertilización química (120-60-00).

Se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto al almacenamiento según los genotipos respecto a la germinación estándar y vigor, el mejor fue el TCLF-66-98, mientras que la variedad testigo (Eronga-83), presentó el menor.

El genotipo TCLF-70-99 (similar al TCLF-66-98) presentó altos índices de vigor, por el contrario el genotipo TCLF-74-99 y la variedad testigo fueron los más deteriorados.

La mejor respuesta en cuanto a la longitud media de plúmula se registró en los genotipos TCLF-66-98, TCLF-70-99 y TCLF-54-89, mientras que la más baja se observó en los genotipos TCLF-74-99 y la variedad testigo.

El genotipo TCLF-66-98 presentó las mejores características físicas, fisiológicas y bioquímica, las mejores fertilizaciones fueron las combinadas, composta + químico y el almacenamiento en la condición ambiental ( $\approx 17$  °C), dio mejor respuesta de almacenamiento.

## ABSTRACT

Seed quality of six triticale genotypes (X Triticosecale Wittmack) produced with different fertilization sources.

BY:

JOSÉ FELIPE OLGUÍN SOLÍS

MASTER

SEED TECHNOLOGY AND GRAINS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO DE 2007.

M.C. Antonio Valdez Oyervides-Advisor

*Keywords: Temperature, Storage, Germination, Vigor.*

Five genotypes of triticale were evaluated (TCLF-70-99, TCLF-74-99, TCLF-54-98, TCLF-55-98 and TCLF-66-98), which of them have been generated in the Small Grains Section area of the Plant Breeding Department of

the UAAAN and the Eronga-83 variety, like absolute control, which is product of the investigations of the INIFAP.

In the same experiment different sources from chemical and organic fertilization, as well as their combinations were evaluated: 100% dairy manure, 120-60-00, 100% dairy manure compost, 75% of chemical fertilization + 25% compost, 50% of chemical fertilization + 50% compost, 25% of chemical fertilization + 75% compost and the control (without fertilization). The seed was harvested on May 2005 at Ampuero, Torreón, Coah. (25° 32' 40'' LN and 103° 26' 33'' LW) and it was stored with two conditions of storage a) atmospheric temperature (17 °C) and b) high temperature (25 °C), from June 2005 to June 2006 at Buenavista, Saltillo, Coah. (25° 21' 20'' LN and 101° 01' 30'' LW).

Data were analyzed by means of a split plot design, where the fertilization treatments considered greater plot and the genotypes minor, to obtain the differences between temperatures or periods, it was used the split split plot design.

It was evaluated a) physical attributes of the seed (moisture content before storing, volumetric weight and thousand seed weight during the storage), b) physiological (standard germination, vigor and plummula length during the storage) and c) biochemical (protein content, before storing).

The initial moisture content did not display differences in the treatments; whereas the percentage of protein according to the fertilization, were high in the fertilizations 100% dairy manure and 120-60-00, the smaller percentage reported was the absolute control. The seed stored in the high temperature (25 °C) diminished its volumetric weight, being highly significant differences in all sources of variation, in both conditions of storage. The greater thousand seeds weight was the variety control, also was observed that this weight ascended according to the time of storage over high temperature.

There were highly significant differences according with the fertilization used, that is the same, there was effect of the fertilization on the seed. The fertilization that displayed the best response was the one of 50% of chemical fertilization + 50% of compost, whereas less recommendable they were those of 100% compost and the chemical fertilization (120-60-00). Significant differences as far as the storage according to the genotypes with respect to the standard germination and vigor highly were, the best one was the TCLF-66-98, whereas the control cultivar (Eronga-83), displayed the minor.

Genotype TCLF-70-99 (similar to the TCLF-66-98) presented high vigor indices, on the contrary the genotype TCLF-74-99 and the control cultivar were the best deteriorated. The best responses as far as the average plummula length occurred in genotypes TCLF-66-98, TCLF-70-99 and TCLF-54-89, whereas but the low ones occurred in genotypes TCLF-74-99 and the variety control. Genotype TCLF-66-98 displayed the best physical characteristics,

physiological and biochemical, the best fertilization sources were the combined ones, composta + chemistry and the storage in the environmental condition (17 °C), was the best response.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Índice de cuadros.....	xvi
Índice de figuras.....	xviii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
4.1. Aspectos generales.....	5
4.2. Origen genético.....	6
4.3. Situación del Triticale en México.....	7
4.4. Almacenamiento de cereales.....	7
4.5. Deterioro.....	8
4.6. La temperatura y la humedad en la conservación del grano.....	12
4.7. Respiración.....	14
4.8. Composición química.....	15
4.9. Sanidad.....	16
4.9.1. Enfermedades de las semillas.....	16
4.9.2. Plagas de las semillas.....	17
4.10. Características físicas.....	18
4.10.1. Peso volumétrico.....	18
4.10.2. Peso de mil semillas.....	19
4.11. Componentes fisiológicos.....	20
4.11.1. Viabilidad de la semilla.....	20
4.11.2. Germinación.....	22
4.11.2.1 Procesos que suceden para el desarrollo y complemento de la germinación.....	22
4.11.2.2. Plántulas normales.....	24
4.11.3. Vigor.....	25
4.12. Fertilizantes orgánicos.....	26

4.12.1. Composta.....	27
4.12.2. Estiércol de bovino.....	28
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
5.1. Ubicación del sitio experimental.....	30
5.2. Clima del lugar.....	30
5.3. Material experimental..	31
5.3.1. Material genético.....	31
5.3.1.2. Genotipos utilizados.....	31
5.3.2. Fertilizantes.....	31
5.3.2.1. Tratamientos de fertilización utilizados.....	32
5.4. Cosecha de la semilla.....	32
5.5. Condiciones de almacenamiento.....	33
5.5.1. Temperatura.....	33
5.5.2. Humedad relativa.....	35
5.5.3. Tiempo de almacenamiento.....	35
5.6. Variables a evaluar.....	35
5.6.1. Peso volumétrico.....	35
5.6.2. Peso de mil semillas.....	36
5.6.3. Contenido de humedad.....	36
5.7. Pruebas fisiológicas.....	37
5.7.1. Germinación estándar.....	37
5.7.2. Vigor.....	38
5.7.2.1. Envejecimiento acelerado.....	38
5.7.2.2. Longitud media de plúmula.....	39
5.8. Prueba bioquímica.....	40
5.8.1. Análisis de proteína.....	40
5.9. Rendimiento.....	42
5.10. Análisis estadístico.....	42
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
6.1. Condiciones de temperatura.....	45
6.2. Pruebas fisiológicas.....	46
6.2.1. Germinación estándar.....	46

6.2.2. Vigor.....	49
6.3. Pruebas físicas.....	51
6.3.1. Peso volumétrico.....	51
6.3.2. Peso de mil semillas.....	53
6.4. Tratamientos de fertilización.....	55
6.4.1. Contenido de proteína.....	55
6.4.2. Germinación estándar.....	56
6.4.3. Vigor.....	58
6.4.4. Longitud media de plúmula.....	61
6.4.5. Peso volumétrico.....	62
6.4.6. Peso de mil semillas.....	65
6.5. Genotipos.....	66
6.5.1. Humedad y contenido proteico.....	67
6.5.2. Germinación.....	67
6.5.3. Vigor.....	70
6.5.4. Longitud media de plúmula.....	72
6.5.5. Peso volumétrico.....	74
6.5.6. Peso de mil semillas.....	76
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>8. RESUMEN.....</b>	<b>80</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>10. APENDICE.....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
5.1	Comportamiento climático (temperatura y humedad relativa) de junio 2005 a junio 2006, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. ....	34
5.2	Periodos de almacenamiento y meses de evaluación de la semilla de Triticale (2005-2006).....	35
6.1	Cuadros medios, grados de libertad y significancias del análisis de varianza para las variables en estudio de seis genotipos de semilla de triticale almacenada en la condición 1 (temperatura ambiente), de junio de 2005 a junio de 2006, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	45
6.2	Cuadros medios, grados de libertad y significancias del análisis de varianza para las variables en estudio de seis genotipos de semilla de triticale almacenada en la condición 2 (temperatura alta), de junio de 2005 a junio de 2006, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	46
6.3	Rendimiento (t ha-1) según la fuente de fertilización aplicada en semilla de seis genotipos de Triticale, en la localidad de Ampuero, Torreón, Coahuila, Méx.....	55
6.4	Medias de contenido de humedad, porcentaje de proteína y germinación estándar iniciales y germinación en almacenamiento en dos condiciones de temperatura (17 y 25 °C) de semilla de seis genotipos de Triticale, producida con diferentes fuentes de fertilización química, orgánica y combinada.....	57
6.5	Porcentaje de vigor de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	60
6.6	Porcentaje de vigor de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	60
6.7	Longitud de plúmula de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete fuentes de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	61
6.8	Longitud de plúmula de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coah.....	63
6.9	Peso volumétrico de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coah.....	64

6.10	Peso volumétrico de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coah.....	64
6.11	Peso de mil semillas de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coah.....	65
6.12	Peso de mil semillas de seis genotipos de semilla de Triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coah.....	66
6.13	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) de semilla de seis genotipos de Triticale, producidos en la localidad de Ampuero, Torreón, Coahuila, Méx.....	66
6.14	Medias de contenido de humedad, porcentaje de proteína y germinación estándar iniciales y germinación durante el almacenamiento en dos condiciones de temperatura (17 y 25 °C) de semilla de seis genotipos de Triticale, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. ....	68
6.15	Porcentaje de vigor de semilla de seis genotipos de Triticale almacenada en temperatura 1 (17 °C) y en temperatura 2 (25 °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	71
6.16	Longitud de plúmula de semilla de seis genotipos de Triticale almacenada a la temperatura ambiente (17 °C) de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	72
6.17	Longitud de plúmula de semilla de seis genotipos de Triticale almacenada a la temperatura alta (25 °C) de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	74
A1	Análisis de varianza para germinación estándar en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180 y 360 días, en temperatura ambiente (≈17 °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	89
A2	Análisis de varianza para germinación estándar en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180 y 360 días, en temperatura alta (≈25 °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	89
A3	Análisis de varianza para vigor (envejecimiento acelerado) en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente (≈17 °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	90
A4	Análisis de varianza para vigor (envejecimiento acelerado) en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta (≈25 °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	90

A5	Análisis de varianza para peso volumétrico en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17$ °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	91
A6	Análisis de varianza para peso volumétrico en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25$ °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	91
A7	Análisis de varianza para peso de mil semillas en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17$ °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	92
A8	Análisis de varianza para peso volumétrico en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25$ °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
6.1	Efecto de la temperatura sobre la germinación estándar en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante 360 días, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.....	48
6.2	Efecto de la temperatura sobre el vigor en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante periodos de evaluación, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.....	50
6.3	Efecto de la temperatura sobre el peso volumétrico en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante cinco evaluaciones, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.....	53
6.4	Efecto de la temperatura sobre el peso de mil semillas en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante 360 días, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.....	54
6.5	Medias de peso volumétrico de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente), en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99, 3. TCLF-54-98C, 4. TCLF-55-98B, 5. TCLF-66-98 y 6. Eronga-83.....	75
6.6	Medias de peso volumétrico de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 25 °C (alta), en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99, 3. TCLF-54-98C, 4. TCLF-55-98B, 5. TCLF-66-98 y 6. Eronga-83.....	75
6.7	Medias de peso de mil semillas de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente), en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99, 3. TCLF-54-98C, 4. TCLF-55-98B, 5. TCLF-66-98 y 6. Eronga-83.....	77
6.8	Medias de peso de mil semillas de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 25 °C (alta), en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99, 3. TCLF-54-98C, 4. TCLF-55-98B, 5. TCLF-66-98 y 6. Eronga-83.....	78

## 1. INTRODUCCIÓN

De las grandes cantidades de granos y semillas que año con año se recogen, gran parte se pierde o se deteriora debido a deficiencias durante el almacenamiento, repercutiendo todo ello en la economía nacional.

El mercado actual, exige calidad, estando esta instaurada dentro de una clasificación que implica el uso de un patrón de referencia, al cual se le ha denominado normas de calidad.

Producir semillas con propósitos de certificación implica una serie de procesos de alta especialización, el producto terminado debe tener la mejor calidad biológica posible y estar en la mejor forma de expresar todo su potencial genético, en este caso, se trata específicamente de la especie "Triticale" (*X Triticosecale* Wittmack).

En México, el triticale se utiliza principalmente para la producción forrajera, constituyendo una fuente de materia prima excelente debido a su potencial nutritivo. Se sabe que en la producción de cualquier cultivo, son muchos los factores que interactúan; en la actualidad se habla de producir sustentablemente, de ahorrar agua, de incorporar materia orgánica y producir orgánicamente; en este caso, el triticale se caracteriza por tener una pronta respuesta a la humedad resiste a factores adversos del ambiente (bajas

temperaturas, salinidad, suelos pobres) y puede sustituir a la alfalfa en cuestión de raciones bien balanceadas, la cual demanda una alta cantidad de agua.

Por lo anterior, es de suma importancia conocer a fondo aspectos relacionados con la semilla de este cereal; los atributos de calidad fisiológicos son altamente demandados por los agricultores, si bien, todos los componentes de la calidad son importantes, pues tienen una función definida dentro de lo que es la producción y comercialización de semillas.

A fin de cooperar en generar soluciones en la mejora de la calidad de genotipos generados en el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se trata de considerar también aspectos de su almacenamiento, tomando en cuenta algunos aspectos de la producción como es la fertilización a base de materiales orgánicos combinados con fertilizantes químicos.

Actualmente el triticale ha ganado aceptación en determinadas regiones de la República Mexicana, como la Región Lagunera, (Coahuila y Durango) y el Valle del Yaqui, (Sonora), donde algunas variedades que ha desarrollado el CIMMYT, han dado buenos resultados como grano en la alimentación animal, también se han verificado novedosos sistemas en combinación con fabáceas y para pastoreo en Cuatro Ciénegas, Coahuila, mientras que en Chihuahua se ha encontrado más resistente a las heladas que la avena (Ye, *et al*, 2001); sin duda tendrá mayor aceptación en la medida que se perciban mejor sus beneficios.

Es importante considerar que esta especie es de reciente introducción al mercado por lo que la mayoría de trabajos se han enfocado a su mejoramiento genético, mas dada la importancia de este cereal en la actualidad se sigue trabajando intensamente en diferentes áreas tanto agronómicas como fisiológicas y alimenticias.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto en la calidad física y fisiológica de semilla de diferentes genotipos de triticale, almacenada en dos condiciones de temperatura y producida con diferentes fuentes de fertilización.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar el deterioro en semilla de seis genotipos de triticale por efecto de dos diferentes almacenamientos.
- Determinar el efecto de diferentes fuentes de fertilización en la calidad física y fisiológica de semilla de triticale.

### **3. HIPOTESIS:**

- Al menos una fuente de fertilización en la producción dará mejores resultados en la calidad física y fisiológica de las semillas de triticale.
- El almacenamiento en temperatura baja causará menor deterioro en la semilla de triticale.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Aspectos Generales

El triticale resulta de la cruce intergenérica entre el trigo (*Triticum aestivum* L) y el centeno (*Secale cereale* L), dichos híbridos datan de 1875, pero no fue sino hasta hace poco que se dio importancia a la generación de nuevos y mejores materiales de triticale. Los fitomejoradores pensaron originalmente incluir en esta combinación, la calidad y productividad del trigo y la resistencia al cornezuelo (*Claviceps purpurea*), mediante el vigor y rusticidad del centeno.

La Universidad de Manitoba, Canadá, comenzó el primer programa intensivo en Norteamérica, hace aproximadamente 30 años, sobre todo con cruces entre trigo macarronero (*Triticum durum*) y centeno. En base a este programa, otras instituciones y entidades de índole privado iniciaron cruzamientos comunes. En Norteamérica el principal programa de desarrollo en triticale se encuentra en el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) en México, donde hay también otras instituciones dedicadas al estudio de los cereales, dentro de las cuales se encuentra la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Gibson (2002) se refiere a los programas de mejoramiento iniciados en los años 50 y 60's en México, Polonia y Estados Unidos como exitosos en la generación de nuevos materiales y menciona que el cultivo del triticale trae

beneficios. Por ejemplo, se da un incremento en la producción de otros cultivos debido a la rotación con este cultivo, se reducen los costos de producción y se reduce el gasto de agua, además hay algunos otros beneficios ambientales como el control de la erosión y la mejora del ciclo de nutrientes; esto lo convierte en una alternativa para prácticas de sustentabilidad y producción orgánica.

#### **4.2. Origen genético**

Royo (1992), menciona que el triticale es el único cereal cultivado, creado por el hombre. El primer reporte de hibridación entre el trigo y centeno fue hecho en 1875. Más tarde, en 1888, en Alemania, se logró producir el primer híbrido fértil.

En 1968, en México, el CIMMYT desarrolla la variedad "Armadillo", apareciendo un gen enano y un tipo de planta superior, convirtiéndose en un importante progenitor de triticales en el mundo.

De esta manera el triticale ha venido evolucionando, hasta nuestros días. Referente a la manera como se obtiene, Parodi y Nebreda, (1982) mencionan que es necesario realizar el cruzamiento entre trigo (tetraploide o hexaploide) y centeno (diploide), seguido de la duplicación cromosómica del híbrido  $F_1$ , pues este resulta estéril. De los  $F_1$  obtenidos, que normalmente son muy pocas semillas, se extraen los embriones y se cultivan en medio sintético, así se obtienen muchas plantas híbridas estériles debido al desequilibrio de los gametos, pero con el uso de colchicina es posible duplicar el complemento

cromosómico, resultando gametos equilibrados y en consecuencia un anfidiplóide fértil. Los triticales así obtenidos se denominan primarios, los secundarios se obtienen por recombinación después de la hibridación entre dos o más triticales primarios.

#### **4.3. Situación del triticales en México**

Colín (2002) menciona que la superficie de triticales en México fue de 8000 ha en 1986 y que disminuyó a 3000 ha para 1992, siendo que la producción se destinó mayormente a la alimentación pecuaria, durante este periodo.

Lozano (2003) menciona que en la Comarca Lagunera, México, se sembraron 3000 ha en 2002 y que este cultivo adquiere cada vez mayor aceptación debido a que comparado con avena, trigo y ballico, tiene una más elevada producción de forraje de buena calidad, además es altamente eficiente en cuanto al uso del agua.

#### **4.4. Almacenamiento de Cereales**

Los cereales de grano pequeño son organismos que respiran absorbiendo oxígeno, desprendiendo anhídrido carbónico y vapor de agua, con producción de calor. Esta condición natural que poseen tiene gran importancia para su conservación.

La alteración de las semillas en almacenamiento obedece a varias causas:

1. Físicas: temperatura, humedad, agua, gas,

2. Biológicas: microflora (moho, bacterias, levaduras), artrópodos (insectos, ácaros), vertebrados (roedores, pájaros),
3. Técnicos: condiciones de almacenamiento, estado del grano (roturas, impurezas).

Como regla general, los granos deben almacenarse en lugares secos y evitar temperaturas extremas. Temperaturas bajas y humedad escasa se combinan para crear las condiciones ideales de almacenamiento.

Se puede enfatizar que una semilla de alta calidad es un organismo vivo que:

1. Favorece un rápido y uniforme establecimiento en el campo (Vigor).
2. Permite una población adecuada de plantas (Germinación).
3. Está libre de organismos patógenos (Sanidad).
4. No tiene contaminantes varietales (Pureza Varietal).
5. Está exenta de semillas de malezas (Pureza Física).
6. Permite la expresión del potencial genético propio de la variedad.

#### **4.5. Deterioro**

Delouche (1969), menciona que el vigor de la semilla está totalmente relacionado con el potencial de almacenamiento y que se encuentra estrechamente ligado al componente fisiológico.

Serrato (1995), menciona que una semilla refleja su valor como material de siembra, si cumple con los requerimientos que le exige el mercado. En ello

van involucrados aspectos de pureza física, ausencia de enfermedades, pureza varietal, alto porcentaje de germinación y vigor y que tenga altos rendimientos.

Moreno (1996), menciona que dentro de los factores que hacen que haya diferencias en cuanto al vigor de las semillas se consideran al genotipo, el medio ambiente y la nutrición de la planta, el punto de cosecha, así como también el peso de la semilla y los patógenos. Menciona también que el envejecimiento acelerado ocasiona reducción en el vigor, siendo una prueba muy útil para discriminar genotipos y lotes.

De esta manera, para almacenamientos a largo plazo (arriba de los dos o tres años), se debe aceptar una humedad del grano que se equilibre con una humedad relativa del aire, 65% como la máxima segura (Delouche, 1968). O bien como menciona Harrington (1972) citado por Copeland y McDonald (1985), la mayoría de las semillas pierden su viabilidad rápidamente cuando se almacenan a humedad relativa de 80% y temperaturas de 25 a 30°C, mientras que, pueden guardarse por periodos de 10 o mas años cuando se almacenan a humedad relativa de 50% o menos y temperaturas de 5°C.

A su vez, Toole (1957) citado por Copeland y McDonald (1985), menciona que la humedad relativa no debe ser superior a 60% cuando la temperatura es de 21°C, y no mayor de 70% con temperaturas de 4 a 10°C, sin embargo a 5°C y a humedad relativa de 45 a 50%, muchas semillas pueden almacenarse por periodos de 10 años o mas.

FAO (1993) refiriéndose a hongos de almacén, enuncia que ninguna especie de hongo se desarrolla a una humedad relativa inferior al 60 %. Los hongos del genero *Aspergillus*, el más resistente a ambientes secos, entre los hongos de granos almacenados, crecen a 65 % de humedad relativa. Y menciona también que muchas especies se desarrollan a más de 70 % de humedad relativa, empero un grano a 27°C estará expuesto a la invasión de hongos de almacén si su contenido de humedad esta por arriba del 14 %.

Lo anterior es importante desde el punto de vista de que trabajar con semillas implica mantener la vida de estas, razón por la cual muchos estudios se han enfocado a determinar el modo de avance del deterioro, así por ejemplo, Delouche (1968) menciona que el deterioro de semillas es un proceso inexorable e irreversible, que se encuentra en su nivel más bajo durante el período de maduración, que la velocidad de deterioro es variable entre especies y que también varía entre lotes pertenecientes a la misma especie y/o variedad, aun almacenados bajo las mismas condiciones, también menciona que los principales factores que predisponen a las semillas a una deterioración rápida, son: su constitución genética, condiciones de campo desde la maduración hasta la cosecha, daños mecánicos, sistemas de procesamiento, secado, microorganismos y tipo de almacén.

Uno de los principales factores causantes del deterioro es el daño que sufre la semilla desde que se encuentra en el campo. El ataque de pájaros, roedores, insectos y microorganismos comienza a deteriorar su capa protectora haciéndolo más susceptible al ataque de plagas de almacén. Algunas prácticas de manejo tradicionales como, el desgrane con maquina mal calibrada o

cualquier presión mecánica que reciba el grano, producirán deterioro haciéndolo más susceptible durante su almacenamiento. En general mientras más entero y sano se almacene un producto, mayor será su potencial de almacenamiento.

Anderson y Baker (1982), indican que los procesos de deterioro pueden ocurrir en el campo después de que la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica, particularmente si la cosecha se realizó en temporada lluviosa y en el almacén cuando las condiciones de humedad y temperatura son elevadas.

Cruz (1992) encontró buenas condiciones ambientales de almacenamiento para variedades de triticale en Buenavista, Saltillo, Coah. en el cual observó una humedad relativa de 65% y una temperatura de 25°C; en Torreón también encontró buenas condiciones con una humedad relativa de 50% y una temperatura ligeramente mas alta que la de Saltillo, mientras que las condiciones menos propicias para almacenar fueron las de Zaragoza, Coah., con una humedad relativa cercana a 70% y una temperatura menor a la de los dos ambientes anteriores, tomando como base la germinación.

Referente al mismo tema, López (1960), en un estudio hecho sobre semilla de trigo, cebada, maíz y frijol, en cuanto a identificación de hongos, encontró alta incidencia de *Alternaria*, *Fusarium* y *Cladosporium*, las cuales afectaron fuertemente la germinación. También encontró porcentajes de 90% en promedio de *Alternaria*, 37% de *Cladosporium* y 1% de *Fusarium*, además de otros tipos de hongos, en cinco variedades de trigo.

García (1999), reporta que semilla de maíz cosechada a los 180 días y almacenada también durante 180 días, bajó sus porcentajes de germinación después de ser sometida a envejecimiento acelerado, de 71.5% a 33.65%, mientras que la misma semilla pero cosechada a 140 días bajó, en los mismos periodos de evaluación, de 87.5 a 34%.

#### **4.6. La temperatura y la humedad en la conservación del grano**

Moreno, *et al*, (2000) encontraron que semilla de maíz almacenada con un contenido de humedad de 11.2% a 4°C mantuvo una germinación de 94% a los 120 días, a los 150 días disminuyó a 90% y hasta 77% a los 210 días. Por otro lado, en el mismo estudio, la misma semilla almacenada a 35°C durante el mismo tiempo y a igual contenido de humedad tuvo una germinación de 89% a los 120 días, 87% a los 150 y de solo 37% a los 210 días, lo cual, según indican, hubo un efecto marcado debido a la diferencia de temperaturas.

Copeland y McDonald (1985) mencionan que por el contrario, a temperaturas de 0°C, hay formación de cristales de hielo intracelulares, lo cual, puede interrumpir la integridad de la membrana celular y contribuir al deterioro de la semilla. De esta manera, semillas con niveles de humedad por abajo del 14% no forman cristales de hielo. Pero que debe ser obvio, que en semillas de humedad inicial de 14% almacenadas en cuartos fríos, por abajo de 0°C probablemente aumenta la humedad; de manera que, debido a que los cuartos fríos tienen una alta humedad relativa y las semillas alcanzan el equilibrio en aquellas humedades relativas después de un breve periodo de almacenaje, las semillas almacenadas en estas condiciones, deben ser colocadas en

contenedores a prueba de humedad, a fin de evitar aumentos del contenido de humedad y la consecuente aceleración del deterioro de semilla, o bien la humedad relativa debe ser estrictamente controlada.

Respecto a la influencia de la temperatura sobre el proceso respiratorio de los granos, se ha visto que la respiración aumenta rápidamente cuando la temperatura se eleva de 30° a 40°C, y a partir de este punto se produce un acentuado descenso del proceso. Normalmente, el aumento de la temperatura puede acelerar la respiración dos o tres veces hasta un cierto límite, arriba del cual disminuye como resultado de los efectos destructores de las altas temperaturas sobre las enzimas.

Referente al contenido de humedad, Moreno y Christensen (1971), citados por Moreno *et al*, (2000) encontraron diferencias en cuanto a la longevidad de las semillas de diferentes genotipos de maíz, cuando se almacenaron con contenidos de humedad superiores a 13.5%.

Al-Yahya (2001) en un estudio sobre semilla de trigo almacenado con diferentes contenidos de humedad (15, 18, 21 y 24%), a diferentes niveles de temperatura (4, 15, 25 y 40°C) y con diferentes porcentajes de daño mecánico (0, 15 y 30%); encontró que el porcentaje de germinación decreció lentamente en la semilla almacenada con 0% de daño mecánico, 15% de contenido de humedad y a 4°C, mientras que la almacenada con 30% de daño mecánico, 24% de contenido de humedad y a 40°C, decreció muy rápidamente. Por ejemplo, la semilla con 15% de daño mecánico, 24% de humedad y a 4°C, disminuyó su germinación a 41% en 36.5 días, mientras que la almacenada

con 15% de daño mecánico, 15% de contenido de humedad y a 4°C, mantuvo porcentajes de germinación en 88% a los 104 días.

#### **4.7. Respiración**

Aunque la semilla necesita del oxígeno para mantenerse viva, durante el almacenamiento sus requerimientos son mínimos, lo conveniente es que mantenga bajos sus índices de respiración, para ello la atmósfera en que se encuentra almacenada es mejor que tenga mayor concentración de nitrógeno que de oxígeno. Ya que la respiración se da a nivel celular, se afectan por consecuencia los tejidos y al organismo en general si esta es excesiva, de manera que, el deterioro tiene su origen al nivel de las mitocondrias.

A este respecto, Bernal (2001), menciona que aunque la asociación entre la utilización del oxígeno y el deterioro de la semilla ha sido demostrado, un índice más sensible es el cociente respiratorio que representa el  $\text{CO}_2$  desarrollado, dividido entre el oxígeno utilizado (igual que en la fotosíntesis). De manera que, altos valores de cociente respiratorio (1.5 o más alto) han sido reportados en semillas deterioradas y esto se debe un incremento del  $\text{CO}_2$ , en respuesta de oxígeno, o ambos. Independientemente de la causa, las aparentes reducciones en el rango de respiración, están estrechamente relacionadas con el deterioro de la semilla. Esto accidentalmente puede ser relacionado con una interrupción en la estructura de la membrana, en particular de la mitocondria, que reduciría la respiración total, esto es, el primer daño es debido a una aceleración de la respiración, una vez deteriorada la semilla, la respiración decrece hasta causar la muerte.

Por su parte, Gil (1995), menciona que los hongos tienen tasas respiratorias, demasiado elevadas y la razón es que sus hifas carecen casi de materia inerte, no lignifican sus paredes y no acumulan reservas ya que capturan directamente sus nutrientes del sustrato. Entre estos menciona que *Aspergillus niger* con dos días de edad tiene una tasa respiratoria de  $78 \mu\text{CO}_2 \text{ mg}^{-1}(\text{PS})\text{h}^{-1}$  y a 4 días de edad, 11.5, mientras que las levaduras tienen tasas de 60 a 100. Y menciona que las semillas en letargo tienen valores habituales de cociente respiratorio de 0.64, siendo la causa que grasas pasan a formar glúcidos.

También, las semillas presentan diferencias en sus tasas respiratorias, debido a sus diferencias varietales, que están aunadas a su constitución orgánica/estructural, por ejemplo, los trigos blandos respiran más que los trigos duros a igual nivel de humedad y a la misma temperatura.

#### **4.8. Composición Química**

El conocimiento de la composición química de las semillas es de interés práctico, porque tanto su vigor como su potencial de almacenamiento están influenciados por los compuestos presentes.

Villegas, *et al*, 1968 mencionan que comparado con el trigo, el grano de triticale, contiene mayor cantidad de proteína y de un aminoácido esencial, la lisina, que es uno de los aminoácidos mayormente limitantes en los cereales. Así mismo, el triticale acumula más nitrógeno durante la etapa de espigamiento y madurez fisiológica que el trigo, resultando más eficiente en la absorción de

este mineral que el trigo y la avena, de este modo, ofrece alta adaptación a suelos ácidos, salinos o pobres en material orgánico y es altamente resistente al frío extremo, al pastoreo y al corte.

Evans (1980) refiriéndose al aspecto bromatológico, menciona que la mayoría de las proteínas en el grano de trigo se pueden dividir en dos grupos: las albúminas solubles en agua y las globulinas solubles en soluciones de agua salada, las cuales son proteínas de tipo enzimático y estructural distribuidas a través del endospermo. Estas proteínas son de tipo globular y son solubles en agua, debido a que sus radicales polares o hidrófilos se sitúan hacia el exterior, formando puentes de hidrógeno con el agua, constituyendo una capa de solvatación. Aunque dicha solubilidad varía dependiendo del tamaño, de la forma, de la disposición de los radicales y del pH.

## **4.9. Sanidad**

### **4.9.1. Enfermedades de las Semillas**

Besnier (1989) menciona que hay numerosos tipos de hongos que pueden ser propagados por la semilla, algunos géneros comunes son: *Gibberella*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Penicillium*, *Sclerotium*, *Helminthosporium*, *Sclerotinia*, *Rhizopus* y *Colletotrichum*.

Por su parte FAO (1993) menciona que los principales hongos de campo encontrados en los granos de los cereales son de los géneros *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Alternaria* y *Fusarium*, que entre otras anomalías causan decoloración de los granos, que es lo que a menudo se observa cuando los

granos quedan expuestos a la excesiva humedad de la cosecha. Además afectan la apariencia del grano, y ocasionan una disminución del poder germinativo.

#### **4.9.2. Plagas de las semillas**

Dentro de las plagas que afectan los granos y productos almacenados son los insectos los de mayor importancia. Los insectos plagas de granos almacenados son responsables del 10% de las pérdidas del total del volumen almacenado a nivel mundial.

Jiménez (1990) menciona que los principales agentes de deterioro de las semillas almacenadas son los insectos y su desarrollo está influenciado por la temperatura.

Menciona que cuando la capa protectora está dañada o el grano está quebrado, son más susceptibles al ataque de estas plagas aunque se almacene bajo condiciones ambientales favorables y que los efectos producidos por cambios atmosféricos en la temperatura de las paredes de los sitios de almacenaje, y el calor producido por el desarrollo por focos de insectos, son causas frecuentes de gradientes térmicos que resultan en la translocación de humedad y posteriormente en el concomitante deterioro de los granos.

Ramayo (1983) menciona que el rango de temperatura para que tenga lugar la incidencia de insectos es de 15 a 33°C, a temperaturas menores de

13°C difícilmente los insectos realizan la oviposición y a los 35°C se hace difícil el medio para la oviposición y el desarrollo mientras que a los 40°C, decrece su actividad biológica.

#### **4.10. Características Físicas**

##### **4.10.1. Peso volumétrico**

El peso volumétrico se emplea comúnmente como una medida de la calidad de los granos y semillas, es norma general en todos los contratos comerciales.

El peso volumétrico está determinado por diversos factores, entre ellos:

1. La densidad del grano: lo cual es resultado de la textura, de su compactación y su grado de cristalización, aunado a ello van las condiciones en que maduró y se recolectó.
2. El espacio poroso: este depende de la forma del grano, de su espesor, y de la homogeneidad de tamaños, en lo cual también va implícito la rugosidad de su superficie.
3. La cantidad y naturaleza de impurezas: las impurezas normalmente causan una disminución del peso volumétrico, a menos que tengan mayor peso que las semillas.

El peso volumétrico es de importancia para lograr una buena conservación, sobre todo si en ello está influyendo el contenido de humedad o la cantidad de impurezas. Normalmente el peso volumétrico se determina

mediante un estándar según la especie o variedad, dentro de lo cual se contempla un grado de tolerancias.

Generalmente, el peso volumétrico del grano aumenta durante el proceso de secado. Ese aumento depende de la humedad inicial del grano y de la humedad final alcanzada, del deterioro del grano y de la variedad. Mientras mayor sea la diferencia entre la humedad inicial y final del grano, mayor será aumento del peso volumétrico, aunque dicho incremento será menor cuando mayor sea la cantidad de granos dañados en el lote.

Por otro lado, mientras más alto sea el contenido de humedad y la temperatura de la masa de granos, más intenso será el proceso respiratorio lo que implicará mayor consumo de sustancias orgánicas, mas rápido deterioro del producto y mayor pérdida de materia seca y en consecuencia de peso.

#### **4.10.2. Peso de Mil Semillas**

Moreno (1996) menciona que el peso de mil semillas se utiliza para conocer el comportamiento del lote, para ello se hace uso del análisis estadístico y está implícito conocer que márgenes de variación se pueden tolerar; de manera que si las muestras analizadas caen dentro de los límites permitidos, se tiene una población homogénea, de lo contrario, se tiene una población heterogénea.

El peso de mil semillas en este estudio es de importancia debido a que existe una relación entre el contenido de agua del cereal y la humedad del aire

que depende de la temperatura; el aire caliente absorbe más agua que el aire frío, de modo que cuando hay una zona caliente dentro de un silo o almacén, puede haber una mayor cantidad de humedad, cuando la misma se evapora, llega a la parte fría del cereal se condensa, de esta manera las semillas almacenadas intercambian humedad con el ambiente, lo cual hace que incrementen su peso y se afecte la calidad física y fisiológica.

#### **4.11. Componentes Fisiológicos**

Moreno (1996) y Lees (1980), mencionan que la germinación es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

Acerca de esto, Salas (2004), encontró que la calidad fisiológica de la semilla de triticale es fuertemente influenciada por los efectos de deterioro que causan las condiciones naturales de almacenamiento, aun cuando estos sean producidos con todos los factores ambientales a favor, por ejemplo, con óptimas dosis de fertilización.

##### **4.11.1. Viabilidad de las semillas**

Priestley (1986) citado por Bernal (2001), menciona que la viabilidad y el vigor de las semillas dependen de la integridad de las macromoléculas y la compartimentalización ordenada de los organelos. En una semilla

almacenada, la alteración de estos elementos estructurales y funcionales progresa irreversiblemente como consecuencia de diversas reacciones químicas y fisicoquímicas; por lo tanto, el envejecimiento implica una tendencia al desorden celular, ya que hay mecanismos de defensa innatos que pueden limitar la velocidad con que esto ocurre, pero en las semillas secas, donde el metabolismo es casi nulo y, por ende, los sistemas de reparación no están activos, el nivel de desorganización debe ser elevado. Así, el deterioro de una semilla seca puede llegar a un punto tal que los procesos de reparación normalmente activados durante la imbibición resulten incapaces de reorganizar las células y evitar su muerte

Bernal (2001), menciona que a medida que la semilla se deshidrata durante su desarrollo, la compleja mezcla de moléculas presente en el citoplasma se vitrifica. Este estado vítreo o de alta viscosidad limita la movilidad molecular y por tanto las reacciones deletéreas, de manera que se ha llegado a proponer que el estado vítreo es el mecanismo que determina la velocidad de envejecimiento en la fase de relativa estabilidad, de manera que la pérdida del estado vítreo, se puede llevar a cabo mediante un aumento de la temperatura o del contenido de humedad; ambos factores afectan la velocidad del envejecimiento.

El mismo autor menciona que a medida que el estado vítreo disminuye, las reacciones oxidativas, propuestas como causas del envejecimiento de semillas, se incrementan. Tales reacciones oxidativas incluyen la deshidrogenación enzimática, la oxidación de aldehídos y proteínas, la reacción de Maillard y la formación de especies reactivas al oxígeno. Todas estas

reacciones pueden realizarse durante el almacenamiento y sus productos son eliminados durante las primeras fases de la germinación.

Haferkamp, *et al*, (1953), mencionan que de los cereales, la cebada y la avena generalmente tienen el mayor potencial de longevidad, mientras que el centeno es el que presenta la menor capacidad para mantener su germinabilidad.

#### **4.11.2. Germinación**

##### **4.11.2.1. Procesos que suceden para el desarrollo y complemento de la germinación**

Camacho (1994), menciona que los procesos durante la germinación son:

1. Imbibición de la semilla.
2. Desaminación de los aminoácidos del eje embrionario.
3. Utilización en la glicólisis de los monómeros obtenidos a partir de los aminoácidos.
4. Reducción de los nucleótidos de la piridina mediante la pentosa fosfatada y la glicólisis.
5. Oxidación de los nucleótidos de la piridina mediante el sistema nitrato-reductasa con formación de ATP.
6. Asimilación de los monómeros para la elongación celular (este paso es inducido por las auxinas).

7. Hidrólisis de los polímeros de los tejidos nutritivos (inducido por las giberelinas).
8. Translocación de los monómeros de los tejidos nutritivos al eje embrionario; en este punto, el metabolismo de la semilla pasa de una fase predominante anaeróbica a otra aeróbica.
9. Aumento de la actividad del ciclo de Krebs.
10. Incremento de la transcripción del ADN en el embrión.
11. Síntesis de nuevas proteínas en el embrión.
12. Replicación del ADN y división celular en el embrión que es inducida por las citoquininas.
13. Incremento en la respiración y síntesis de nuevas proteínas en el embrión, para que por último se inicie un crecimiento visible con la emisión de la radícula.

Copeland y McDonald (1985), mencionan que la imbibición es el primer evento que ocurre durante la germinación, la cual consiste en la absorción de agua por la semilla. La composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad de agua, son factores que determinan e influyen en la extensión de la imbibición.

Bewley y Black (1986), definen que el proceso de imbibición finaliza con el inicio del crecimiento del eje embrionario, usualmente la radícula, incluyendo eventos como la hidratación de proteínas, cambios estructurales subcelulares, respiración, síntesis macromoleculares y crecimiento celular.

#### 4.11.2.2. Plántulas normales

Moreno (1996), reporta que las plántulas normales son aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, en suelo de buena calidad preparado en el laboratorio, plantas normales en condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación haya sido realizada en sustrato artificial, se consideran plántulas normales a aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales:

1. Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que generalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.
2. Epicótilo sin daño en el tejido conductor y en dicotiledóneas plúmula normal.
3. Plúmula intacta en las gramíneas, que debe presentar una plúmula verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleóptilo.
4. Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.
5. Aquellas que presenten los siguientes defectos ligeros, siempre y cuando el resto de sus estructuras revele un desarrollo vigoroso y balanceado.
  - Plantas con daño superficial o deterioro en el hipocótilo, epicótilo o cotiledones, siempre y cuando el daño no afecte a los tejidos conductores.
  - Plántulas de dicotiledóneas que presenten solamente un cotiledón y sano.

6. Aquellas que estén invadidas por hongos o bacterias, siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la misma semilla, y que estén presentes las estructuras esenciales.

#### **4.11.3. Vigor**

Delouche (1976) menciona que el deterioro de las semillas, en muchas especies cultivadas, se ha evaluado últimamente en términos de pérdida de vigor más que en pérdida de viabilidad o poder germinativo. La razón para este cambio de criterio, se debe al hecho de haberse encontrado que las pruebas de vigor guardan mayor relación que las de viabilidad, con el potencial de las semillas para sobrevivir en el almacén y para establecerse en campo. Por ello, cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor así como la identificación e implementación de pruebas para su medición.

El mismo autor menciona que la semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa. El deterioro es la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales y por ende su desempeño hasta provocar su muerte.

Besnier (1989) menciona que la hipótesis mejor admitida sobre el envejecimiento de las semillas secas es la siguiente: “el envejecimiento se produce a causa de los daños que sufren las membranas y orgánulos, las enzimas y la cromatina (ADN y ARN). Estos daños son muy posiblemente influenciados por la acción de radicales libres y productos derivados originados de la peroxidación de los lípidos de las membranas y de las sustancias de reserva, los cuales actúan directamente durante el envejecimiento en seco o interfieren en reacciones producidas en los primeros momentos de la imbibición.

Duffus y Slaghter (1992); Niembro (2006), señalan que los daños causados al ADN, puestos de manifiesto por el gran número de aberraciones cromosómicas que aparecen en las semillas viejas, producen malformaciones en las plántulas. Es decir, producen plántulas anormales que, en los ensayos habituales de germinación, se consideran inviables.

#### **4.12. Fertilizantes Orgánicos**

Según Mustin (1987), la materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2% (Navarro *et al.*, 1995).

Vangestel (1996) y Gan, *et al.* (1998), mencionan que la materia orgánica en el suelo facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas. Por ejemplo, dice que el suelo tiene capacidad

para adsorber compuestos químicos como clorofenoles o cloroanilinas, lo que se da mejor si hay presencia de materia orgánica.

También se aumenta la degradación de fumigantes como el 1,3-D bromuro de metilo y el isotiociacinato de metilo y disminuye la volatilización de estos tres pesticidas, cuando la enmienda se aplica en los primeros 5 cm del suelo.

Cremllyn (1991) dice que los pesticidas con materiales catiónicos son firmemente adsorbidos por los coloides del suelo; en cambio, con los pesticidas ácidos hay muy poca adsorción, por lo tanto, se concentran en la solución suelo y en las fases gaseosas.

#### **4.12.1. Composta**

Haug (1993), menciona que el composteo es la descomposición y estabilización biológica de la materia orgánica bajo condiciones aerobias controladas, que da como resultado un producto final (composta) que es estable, libre de patógenos y elementos fitotóxicos para las plantas y que puede ser aplicado benéficamente al suelo.

Entre sus funciones se cuentan:

- Favorece la aireación y la retención de humedad. Junto con las arcillas fomenta la formación de agregados más estables. En suelos arenosos ayuda a la retención del agua.

- Mejora la estructura del suelo. Por esta característica y porque permite la absorción del agua, es un agente preventivo de la erosión.
- Favorece el almacenamiento de nutrientes y su disponibilidad para los vegetales.
- Provee un medio donde infinidad de microorganismos se desenvuelven; algunos procesan los residuos para convertirlos en humus y otros procesan el humus para aprovecharlo o generar alimento para otros. Es la “casa” del sistema vivo del suelo.
- Favorece la absorción de los rayos solares debido a su color oscuro y, por tanto, el aumento de la temperatura del suelo en ciertas estaciones del año.

#### **4.12.2. Estiércol de bovino**

Foth y Turk (1982) mencionan que el estiércol en su componente sólido contiene en promedio la mitad o más de nitrógeno, casi la tercera parte de potasio y aproximadamente todo el fósforo que es excretado por el animal.

También mencionan que el nitrógeno es excretado en dos formas: las proteínas residuales que han resistido a la descomposición en el tracto digestivo y las proteínas que han sido sintetizadas en las células de las bacterias. Que casi la mitad del nitrógeno puede estar presente como proteína sintetizada y esta es rápidamente destruida cuando se agrega al suelo, de manera que este nitrógeno es aprovechable. También, que en el excremento sólido hay una alta cantidad de lignina, es decir, una alta proporción de la

materia orgánica fecal es humificada, siendo un compuesto similar al humus que se forma en los suelos. De manera que el 50% de la materia orgánica en el excremento sólido puede estar en estado humificado y el nitrógeno de esta se aprovecha lentamente.

Dicen también que la fracción líquida, por su parte, tiene todos sus nutrimentos de directo aprovechamiento vegetal, o son rápidamente transformados a compuestos solubles y que los vacunos, dependiendo de la digestibilidad de su alimentación, pero en base a estudios determinados, aportan la siguiente proporción de nutrientes: en excremento sólido (4.9 lb t<sup>-1</sup> de nitrógeno, 2.8 lb t<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1.4 lb t<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) y en líquido (4.8 lb t<sup>-1</sup> de nitrógeno, 8.1 lb t<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y solo huellas de fósforo).

De esta manera los animales estabulados permiten recuperar en el estiércol los siguientes porcentajes de nutrimentos: 75 a 80% de nitrógeno, 80% del ácido fosfórico, 85 a 90% de la potasa y de 40 a 50% de la materia orgánica, dentro de lo cual hay una influencia de la clase y concentración del alimento, de la edad y clase de los animales y de la producción de leche y trabajo realizado.

También hay enormes pérdidas de nutrimentos en la orina de manera que bien puede aprovecharse la mitad de los nutrimentos aportados antes mencionados.

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1. Ubicación del Sitio Experimental**

Las pruebas de calidad de la semilla se llevaron a cabo en el laboratorio de ensayo de semillas "M.sC. Leticia A. Bustamante García" del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El análisis de proteína se realizó en el laboratorio de Nutrición de Alimentos de la misma Universidad.

### **5.2. Clima del Lugar**

De acuerdo con la clasificación de Kôppen, el clima se define como BSo K (x') (e) y conforme a la modificación hecha por García (1981) para la República Mexicana, se tiene:

BSo Es el clima mas seco de los BS, con coeficientes de P/T de 22.9.

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

(X') Régimen de lluvias intermedio, repartido entre verano e invierno, con una precipitación anual de 320 mm, siendo los meses mas lluviosos los comprendidos entre julio y septiembre, acentuándose en el mes de julio.

(e) La evaporación promedio mensual es de 178 mm, siendo la mas intensa en los meses de mayo y junio con 236 y 234 mm, respectivamente.

### **5.3. Material Experimental**

#### **5.3.1. Material Genético**

El material genético consistió de cinco genotipos de triticales generados en el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN y la variedad Eronga-83 como testigo, la cual es un material mas antiguo, generado en el INIFAP.

##### **5.3.1.2. Genotipos Utilizados**

1. TCLF-70-99
2. TCLF-74-99
3. TCLF-54-98C
4. TCLF-55-98B
5. TCLF-66-98
6. Eronga-83 (testigo)

#### **5.3.2. Fertilizantes**

La semilla analizada se produjo con diferentes fuentes de fertilización química y orgánica a fin de evaluar la respuesta a dichos insumos. Los

genotipos se sembraron en el “Rancho Ampuero” de Torreon, Coahuila, México, localizado en las siguientes coordenadas geográficas: 25°32’40’’ LN y 103°26’33’’ LW y a una altitud de 1120 msnm. La temperatura media anual de esta localidad es de 20-22 °C y el tipo de suelos predominantes son de tipo calcisol, que se caracteriza por tener alto contenido de arena, por lo que tiene una buena permeabilidad, con poca cantidad de materia orgánica y un pH alcalino.

#### **5.3.2.1. Fuentes de Fertilización Utilizadas**

1. 100% estiércol
2. 120-60-00 (fertilización química)
3. 100% composta de estiércol de vacuno
4. 75% de fertilización química + 25% de composta
5. 50% de fertilización química + 50% de composta
6. 25% de fertilización química + 75% de composta
7. Testigo absoluto (cero fertilización).

#### **5.4. Cosecha de la semilla**

La semilla se cosechó en mayo de 2005, para ello se utilizó una maquina trilladora y posteriormente se limpió en una maquina Clipper, después de lo cual se evaluó antes de almacenarse y posteriormente se almacenó.

## **5.5. Condiciones de Almacenamiento**

### **5.5.1. Temperatura**

El almacenamiento se hizo en dos ambientes: 1: Temperatura Ambiente, que consistió en un lugar protegido solo con un techo de asbesto y 2: Temperatura Alta, un asoleadero cubierto de policarbonato, con dimensiones de (20 m x 20 m x 7 m,) de manera que se obtiene el efecto invernadero sin ventilación (cuadro 5.1).

Se realizó la evaluación de calidad física y fisiológica a los 0, 6 y 12 meses de almacenamiento, y bioquímica de la semilla a los 0 meses de almacenamiento.

Se tomaron las lecturas de temperatura tanto de la condición de almacenamiento 1 (ambiente) como de la condición de almacenamiento 2 (alta). La máxima temperatura registrada en el almacenamiento en la condición 1, fue de 36°C mientras que la mínima de -5.8°C; en la condición 2, la máxima alcanzó valores de 44°C mientras que la mínima descendió a 1°C, (cuadro 5.1).

La semilla cosechada según el tratamiento de fertilización y los genotipos se colocó en bolsas de papel de polinización, con tres repeticiones, cada repetición en una caja de cartón a la cual, se le colocó una bolsa de plástico con el fin de aislar el intercambio con la atmósfera ambiental.

Las condiciones ambientales fueron favorables para que se desarrollaran insectos durante el almacenamiento, sobre todo en los meses mas calurosos, para ello fue necesario aplicar fumigantes en ambos ambientes de almacenamiento, se utilizó el Fosforo de Aluminio, en el mes de Septiembre de 2005 para contrarrestar su proliferación. No se aplicó tratamiento preventivo, ni fungicida ni insecticida al momento de almacenar.

Las mediciones de temperatura del almacenamiento en condiciones de temperatura alta, se tomaron diariamente con un termómetro de máximas y mínimas, las del almacenamiento en temperatura ambiente se tomaron de la estación meteorológica de la UAAAN (cuadro 5.1).

**Cuadro 5.1.** Comportamiento climático (temperatura y humedad relativa) de Junio 2005 a Junio 2006, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.

Mes	Temperatura Ambiente °C			Temperatura Alta °C			Humedad Relativa ambiental %
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	
Junio	36	10.4	23.0	36.0	17.5	28.7	54
Julio	33.8	13.0	20.8	39.1	19.1	27.1	67
Agosto	30	12.2	19.8	35.6	18.6	26.6	73
Septiembre	30.6	9.2	19.3	36.2	16.8	26.3	67
Octubre	29.3	5.0	16.4	35.0	14.3	24.0	78
Noviembre	28	-1.8	14	33.8	10.3	23.0	50
Diciembre	27.5	-1.3	11.8	33.4	10.6	20.0	51
Enero	28	-2.6	12.1	33.8	1.0	19.4	42
Febrero	29	-5.8	13.6	32.0	6.0	21.5	43
Marzo	31	0.6	17.1	33.0	9.0	24.0	46
Abril	34.5	5.5	21.1	44.0	18.0	28.6	43
Mayo	33.5	10.2	21	40.0	17.0	28.2	47
Junio	34.4	9.0	20.4	39.6	16.0	26.8	58
Media por trimestre	33.16	11.86	21.2	36.9	18.4	27.4	64.6
	29.03	4.13	15.56	35.0	13.8	24.4	65.0
	28.16	-3.2	12.5	33.0	5.86	20.3	45.3
	33.35	6.32	19.9	39.15	15.0	26.9	48.5

### 5.5.2. Humedad Relativa

Las mediciones de humedad relativa se tomaron también de la estación meteorológica de la UAAAN (cuadro 5.1).

### 5.5.3. Tiempo de Almacenamiento

El presente trabajo de investigación se realizó de Enero de 2005 a Junio de 2006, realizando las evaluaciones según se muestra en el cuadro 5.2.

**Cuadro 5.2.** Periodos de almacenamiento y meses de evaluación de la semilla de triticale (2005-2006).

		Periodos de almacenamiento				
		1	2	3	4	5
Días transcurridos		0	90	180	270	360
Meses de evaluación		Junio 2005	Septiembre 2005	Diciembre 2005	Marzo 2006	Junio 2006

### 5.6. Variables evaluadas

#### 5.6.1. Peso volumétrico

Debido a que se contaba con suficiente semilla durante la evaluación cero, el peso volumétrico se realizó mediante la balanza volumétrica (Ohaus), esta consiste de un cono en la que se colocó la semilla, se dejó caer a un litro por la parte aguda del cono (3.5 cm de diámetro); cayendo libre y uniformemente, hasta sobrellenar el recipiente, después se retiró la semilla

sobrante con un movimiento en zigzag, con ayuda de una regla. El peso se tomó en la misma balanza con escala en  $\text{kg hl}^{-1}$ .

Para Los análisis de peso volumétrico de las siguientes evaluaciones se utilizó el método de obtención de peso volumétrico mediante un volumen conocido, debido a que la cantidad de semilla disponible era menor. Para ello se utilizó un recipiente de vidrio. El procedimiento fue como sigue: el recipiente es llenado con semilla en exceso, eliminando después con un paso de regla en zigzag y pesando después el contenido en una balanza analítica. Luego estos datos se convirtieron a  $\text{kg hl}^{-1}$ .

#### **5.6.2. Peso de Mil Semillas**

Para la evaluación del peso de mil semillas se utilizó el método de conteo de ocho repeticiones de 100 semillas. Posteriormente se promedió el peso de estas y se multiplicó por 10 para obtener el peso de mil semillas.

#### **5.6.3. Contenido de Humedad**

Se evaluó el contenido de humedad en base al peso húmedo al iniciar el almacenamiento, para ello se utilizó el método de secado a la estufa, se pesó la semilla según el tratamiento (tres repeticiones), se colocó en cajas de aluminio (4.8 cm de diámetro x 2 cm de altura), tomando como primer peso el de la caja y su tapa, se colocó una muestra de semilla de cada tratamiento (2 g), se pesó nuevamente y se puso a secar a alta temperatura ( $130^{\circ}\text{C}$ ), durante dos horas, luego se retiró de la estufa se dejó enfriar 15 minutos en un

deseCADador con silicagel y se volvió a pesar para obtener la diferencia de peso (ISTA, 2004). El cálculo de contenido de humedad se hizo mediante la fórmula.

$$CH = (M2 - M3) \left( \frac{100}{(M2 - M1)} \right)$$

Donde:

M1 Es el peso en gramos del contenedor y su tapa,

M2 Es el peso en gramos del contenedor su tapa y la semilla antes de ser secada,

M3 Es el peso en gramos del contenedor, la tapa y la semilla después de secada.

## **5.7. Pruebas fisiológicas**

### **5.7.1. Germinación estándar**

Este parámetro de evaluación se llevó a cabo mediante el método de papel como sustrato, (ISTA, 2004), que consiste en colocar 100 semillas a germinar, por repetición, el papel que se utilizó fue marca "anchor" (de 40 cm de largo x 26 cm de ancho), con tres repeticiones. Las semillas se colocaron, en el papel humedecido, previamente identificado, con ayuda de un lápiz de tinta; una vez colocada la semilla se cubrió con otro papel y se enrollaron (tacos).

Los tacos se colocaron en bolsas de polietileno, de manera vertical, con el embrión hacia abajo, en una cámara de germinación (Hoffman Manufacturing, USA), la cual mantuvo una temperatura constante de 25°C iluminada durante 16 h, con luz blanca, fría y 8 h de oscuridad.

El conteo se realizó a los 7 días, para su evaluación se contaron las plántulas normales, anormales y muertas.

Las plántulas normales se consideraron aquellas que reunieron las características tanto fisiológicas como morfológicas para desarrollar una planta normal; entre sus particularidades fueron plántulas con sistema radicular primario bien desarrollado y plúmula intacta. Las plántulas anormales, fueron las que presentaron algún defecto en sus estructuras y semillas muertas que no germinaron.

## **5.7.2. Vigor**

### **5.7.2.1. Envejecimiento acelerado**

La semilla se trató con Captan (Tiabendazol), a fin de contrarrestar el desarrollo de hongos debido a las condiciones de alta temperatura y humedad relativa.

Para el envejecimiento acelerado se utilizó el procedimiento sugerido por AOSA, (1983), el cual consistió en exponer la semilla a una humedad relativa superior al 95%, durante 48 h (se colocaron tres repeticiones de 25 semillas) y a 42°C en cámara de envejecimiento acelerado (VWR Scientific, USA), para ello se colocó la semilla sobre canastillas de alambre, dentro de vasos de precipitado (9.5 cm de diámetro por 12 de altura), que contenían 100 ml de agua (seis centímetros abajo de la semilla), separada la semilla del agua

mediante cilindros de alambre galvanizado, los vasos se taparon con plástico asegurado con ligas.

Al término de 48 horas, la semilla se retiró de la condición estresante y se le aplicó la prueba de germinación anteriormente mencionada, las semillas se sembraron sobre una línea en la parte media del papel y con el embrión hacia abajo.

El vigor se tomó en porcentaje contando para ello solo las plántulas normales.

#### **5.7.2.2. Longitud Media de Plúmula**

Para la longitud de plúmula se utilizaron las mismas semillas sometidas al envejecimiento acelerado, siguiendo el procedimiento descrito por Moreno (1996), para ello se tomaron las plántulas normales, midiendo las plúmulas que se encontraban entre cada par paralelas, esto es, a cada punto medio entre dos líneas se le dio el valor correspondiente, de manera que si la plúmula rebasó el primer centímetro, se le dio el valor de 3, si rebasó los 3 cm se le dio un valor de 5 y así sucesivamente hasta que rebasó los 10.5 después de lo cual se le dio el valor de 13, estas longitudes se multiplicaron por el total de plúmulas con la misma longitud y se sumaron todos los valores, después se dividió la sumatoria entre el total de semillas sembradas.

La fórmula utilizada para obtener la tasa de longitud media de plúmula fue la siguiente:

$$L = \frac{(nx_3 + nx_5 + \dots + nx_{13})}{25}$$

Donde:

L= longitud de plúmula

n = numero de plúmulas entre cada par de paralelas

x = distancia media de línea central

## **5.8. Prueba bioquímica**

### **5.8.1. Análisis de Proteína**

Se determinó el contenido de nitrógeno de las semillas de cada tratamiento mediante el método de Micro-kjeldahl (Rapid Distillation Labconco) y el porcentaje de proteína se calculo usando el porcentaje de conversión de 5.83 para trigo y triticale (Villegas, *et al*, 1985).

El procedimiento fue el siguiente:

- Se pesaron 0.05 g de muestra molida de cada tratamiento;
- Dicha cantidad se enrolló en papel (blanco), previamente destarado,
- Se colocó en tubos de ensaye y se agregaron 4 ml de mezcla digestora (99 g de  $K_2SO_4$ ; 4.1 g de HgO y 0.8 g de  $CuSO_4$ ),
- Cuando se hubo digerido totalmente la muestra, los tubos de ensaye se colocaron en hornillas, hasta que se obtuvo una coloración blanca opaca,

- Una vez que se enfriaron las muestras se pasaron a destilación en el Microkjeldal, para ello se agregó la muestra de Hidróxido de Sodio al 50% (NaOH al 50%),
- Se colocó un vaso de precipitado con ácido bórico (40 ml), al 2.2 %, ( $H_3BO_3$ ) en la punta de la bureta de salida del Microkjeldal, pero sin sumergir totalmente, para evitar la succión del  $H_3BO_3$  que se da al abrir la llave que deja pasar la muestra de NaOH al 50%,
- Se abrió la llave, para dejar pasar la muestra de NaOH al 50%, lentamente,
- Se mantuvo funcionando el Microkjeldal, hasta que se juntaron 70 ml en el vaso que contenía el ácido bórico.
- Después de esto, se vació el contenido en matraz Erlenmeyer y se procedió a titular con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 0.0235 N.

La fórmula utilizada para obtener el porcentaje de nitrógeno desprendido de la muestra es la siguiente:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{(ml.\text{acidoentitulacion} - ml.\text{acidoenblanco})(0.014^*)(N\text{delac.sulfurico})}{g.\text{demuestra}} [100]$$

% de proteína = % de nitrógeno x 5.83\*\*,

ml. ácido en titulación = mililitros gastados de  $H_2SO_4$  en la titulación,

ml. ácido en blanco = mililitros gastados de  $H_2SO_4$  para el blanco,

N del ac. Sulfúrico = normalidad del  $H_2SO_4$

g. de muestra = gramos de muestra,

\* son los meq/g de nitrógeno

5.83\*\* factor de conversión a proteína de este cereal.

## 5.9. Rendimiento

En campo, se evaluó el rendimiento en gr/parcela, para ello se cosechó un metro lineal de cada parcela y se transformó a  $t\ ha^{-1}$ .

## 5.10. Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos en el laboratorio se utilizó un diseño completamente al azar en parcelas divididas para cada periodo de evaluación; para los análisis estadísticos entre periodos o entre condiciones de almacenamiento se utilizó el diseño completamente al azar en parcelas subdivididas.

La distribución en el análisis en parcelas divididas, fue de la siguiente manera: Parcela mayor: dosis de fertilización. Parcela menor: genotipos. Numero de repeticiones: 3.

Análisis en parcelas subdivididas: Parcela mayor (temperatura o periodos), parcela mediana (fuentes de fertilización) y parcela menor (genotipos). Numero de repeticiones: 3.

El modelo estadístico para parcelas divididas, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$$i= 1,2\dots a$$

$$j= 1,2\dots b$$

$k = 1, 2, \dots, r$

$Y_{ijk}$  = valor observado con el i-esimo nivel del factor A, j-esimo nivel del factor B y k-esima repetición.

$\mu$  = efecto de la media general.

$\alpha_i$  = efecto del i-esimo nivel del factor A (fuente de fertilización).

$\varepsilon_{ik}$  = error experimental en parcelas (error (a)).

$\beta_j$  = efecto del j-esimo nivel del factor B (genotipos).

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto de la interacción en el i-esimo nivel del factor A y el j-esimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental en parcelas menores (error (b))

Módulo estadístico para parcelas subdivididas (Anderson y McLean, 1974):

$$y_{ijk} = \mu + A_i + \delta_{(i)} + B_j + AB_{ij} + \omega_{(ij)} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{(ijk)}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, a$

$j = 1, 2, 3, \dots, b$

$k = 1, 2, 3, \dots, c$

$l = 1, 2, \dots, r$

$Y_{ijkl}$  = valor observado con el i-esimo nivel del factor A, j-esimo nivel del factor B, k-esimo nivel del factor C y l-esima repetición.

$\mu$  = efecto de la media general.

$A_i$  = efecto del i-esimo nivel del factor A (periodo o temperatura).

$\delta_{(i)}$  = error experimental en parcelas mayores (error (a)).

$B_j$  = efecto del j-esimo nivel del factor B (fertilizantes).

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto de la interacción en el i-esimo nivel del factor A y el j-esimo nivel del factor B.

$\omega_{(ij)}$  = error experimental en parcelas medianas (error (b)).

$C_k$  = efecto del k-esimo nivel del factor C (genotipos).

$AC_{ik}$  = efecto de la interacción entre el i-esimo nivel de A y el k-esimo nivel de C.

$BC_{jk}$  = efecto de la interacción entre el j-esimo nivel de B y el k-esimo nivel de C.

$ABC_{ijk}$  = efecto de la interacción entre el i-esimo nivel de A, el j-esimo nivel del factor B y el k-esimo nivel del factor C.

$\varepsilon_{(ijk)l}$  = efecto del error experimental en parcelas menores (error (c)).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Condiciones de almacenamiento

Se encontraron diferencias en los análisis de varianza para la mayoría de las variables y fuentes de variación estimadas, la variable que menos diferencias presentó fue el peso volumétrico, en ambas condiciones de almacenamiento (Cuadros 6.1 y 6.2) lo que indica que la semilla respondió rápidamente a la adversidad del ambiente, estando involucrados en dichos cambios todos los factores que se consideraron: genotipos, fertilizantes y condiciones de almacenamiento.

**Cuadro 6.1.** Cuadrados medios, grados de libertad y significancias del análisis de varianza para las variables en estudio de seis genotipos de semilla de triticale almacenada en la condición 1 (temperatura ambiente), de junio de 2005 a junio de 2006, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Condición de almacenamiento 1									
Fuentes de variación	de	GL	Germinación Estándar (%)	GL	Vigor (%)	GL	Peso Volumétrico kg hl <sup>-1</sup>	GL	Peso de mil Semillas (g)
Periodos		2	9339.50**	3	1777.66*	2	82.68**	4	38.56ns
Error periodos		4	32.62	6	199.62	4	17.03	4	7.37
Trat. de Fert.		6	165.12**	6	296.16**	6	2.87**	6	55.05**
Per.*Fert.		12	229.77**	18	206.38**	12	1.08**	24	5.89**
Error Fertiliz.		36	41.23	48	80.87	36	1.78	30	0.82
Genotipos		5	1455.90**	5	1462.40**	5	188.6**	5	1060.41**
Per.*Genot.		10	75.32*	15	242.51**	10	2.83 ns	20	4.55**
Fert.*Gen		30	178.12**	30	208.80**	30	7.29 ns	30	19.02**
Per.*Fert.*Gen.		60	90.60**	90	173.59**	60	1.88 ns	120	2.61**
Error Genot.		210	39.52	280	69.95	210	1.37	175	0.70
C.V. %			7.73		10.45		1.64		1.88

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo

La humedad relativa que se registró (cuadro 5.1) fue satisfactoria para que se diera un buen almacenamiento, de manera que el factor de mayor incidencia en el deterioro de la semilla fue la oscilación de la temperatura, la

cual influyó sobre la humedad relativa, como se ha reportado, los ambientes calurosos absorben humedad y por otro lado, la humedad se condensa cuando se da una disminución de la temperatura, de manera que hay mayor deterioro mientras mayor es el intercambio de humedad de la semilla con el ambiente.

**Cuadro 6.2.** Cuadrados medios, grados de libertad y significancias del análisis de varianza para las variables en estudio de seis genotipos de semilla de triticale almacenada en la condición 2 (temperatura alta), de junio de 2005 a junio de 2006, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Condición de almacenamiento 2

Fuentes de variación	de	GL	Germinación Estándar (%)	GL	Vigor (%)	GL	Peso Volumétrico kg hl <sup>-1</sup>	GL	Peso de mil Semillas (g)
Periodos		2	15850.00**	3	916.91*	2	8.81 ns	4	191.00**
Error periodos		4	38.37	6	94.62	4	1.500	4	4.96
Trat. de Fert.		6	287.70**	6	804.62**	6	7.56 ns	6	28.47**
Per.*Fert.		12	738.91**	18	492.65**	12	1.47 ns	24	3.60ns
Error Fertiliz.		36	31.77	48	108.07	36	3.25	30	1.94
Genotipos		5	2131.39**	5	4568.75**	5	319.35 ns	5	1152.25**
Per.*Genot.		10	245.00**	15	154.86 ns	10	2.63**	20	3.57**
Fert.*Gen		30	242.59**	30	810.06**	30	21.43 ns	30	22.31**
Per.*Fert.*Gen.		60	126.05**	90	210.93**	60	1.69**	120	2.27*
Error Genot.		210	31.27	280	118.82	210	2.80	175	1.72
C.V. %			7.07		15.43		2.40		2.89

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo

Así, el deterioro fue consecuencia de la higroscopicidad que tienen los granos, lo cual esta definido por la humedad y temperatura que impere durante el almacenamiento y a su vez, del tiempo e intensidad de la exposición.

## 6.2. Pruebas Fisiológicas

### 6.2.1. Germinación Estándar

En la Figura 6.1 se observa que la temperatura alta propició que la germinación estándar disminuyera hasta alcanzar porcentajes menores al 50%, la semilla almacenada en temperatura ambiente también mostró un

decremento en su germinación, sin embargo, sus niveles fueron superiores y mas estables, lo cual concuerda con lo obtenido por Moreno, *et al*, (2000), a niveles bajos de contenido de humedad, si la temperatura aumenta, el deterioro del poder germinativo es mas rápido y mayor.

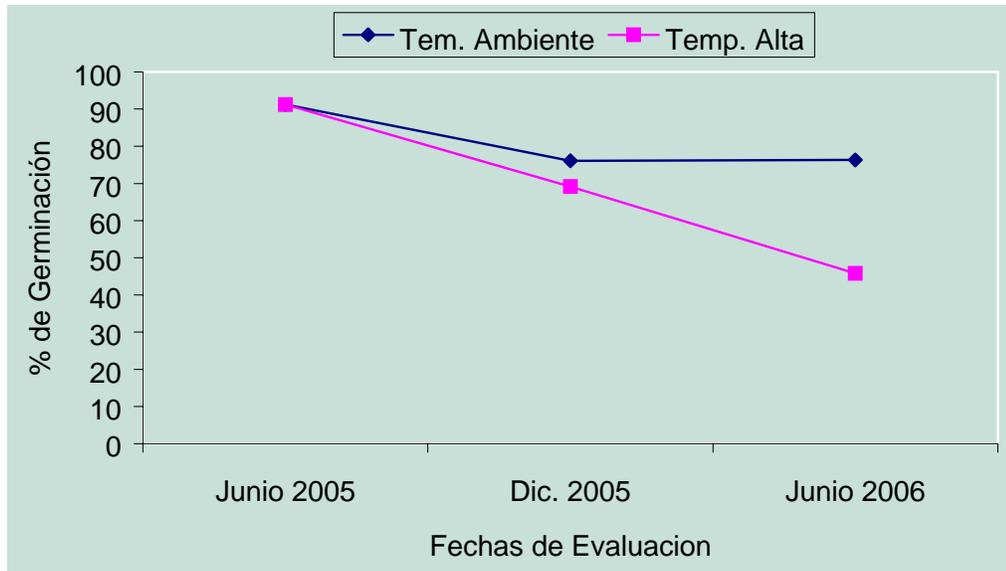
Los menores porcentajes de germinación de la semilla almacenada en temperatura alta, se deben al desgaste de energía, esto es, al incremento de la respiración natural, lo cual propicia un elevado consumo de sustratos, uno de los cuales, además de los azúcares, pueden ser las proteínas y que finalmente lleva a un agotamiento de las reservas alimenticias.

Además se ha documentado que la temperatura es una de las causas de la desnaturalización de las proteínas, de manera que es de esperarse el agotamiento de reservas, sobre todo en las células meristemáticas (daños a nivel de embrión, que llevan a malformaciones en germinación debido a aberraciones cromosómicas), Duffus y Slaughter, (1992), en un año de almacenamiento de la semilla de este estudio, fue evidente el efecto de la temperatura sobre la germinación.

Similares resultados fueron encontrados también por Al-Yahya (2001) en semilla de trigo.

En el análisis de varianza del cuadro A1, para el almacenamiento 1 (ambiente), se observa que hay diferencias altamente significativas entre periodos, fertilizantes y genotipos, de manera que la semilla se vio afectada por

el tiempo de almacenamiento, hubo efecto de los fertilizantes sobre la expresión de la germinación y los genotipos presentaron diferencias para esta característica fisiológica.



**Figura 6.1.** Efecto de la temperatura sobre la germinación estándar en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante 360 días, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx...

El cuadro A2 muestra el análisis de varianza para la condición de almacenamiento 2 (temperatura alta), en el cual también se registraron diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación; lo cual se debe al mayor deterioro sufrido por la semilla en estas condiciones, como puede observarse en la comparación de medias de los cuadros 6.4 y 6.13.

La germinación decreció considerablemente en ambas condiciones de almacenamiento y puesto que los márgenes de aceptación dentro de la calidad son de 85%, la cual solo fue aceptable en la evaluación cero, es decir antes de iniciar el experimento (Figura 6.1); se interpreta que la semilla presentó bajo

potencial de almacenamiento, pero a su vez se evaluaron diferentes tipos y fuentes de fertilización química y orgánica, lo cual contribuye al cuidado del suelo y ahorra gastos, por otro lado, los materiales orgánicos reportaron efectos benéficos sobre el contenido proteico de la semilla. De manera que se sugeriría hacer una selección de semilla a fin de abatir los factores que inciden sobre la baja germinación, dentro de los cuales habría que considerar a los fitopatógenos.

Además debe tomarse en cuenta que un almacenamiento en condiciones estrictamente controladas, genera gastos excesivos y que incluso, pudiera haber efectos negativos de los fertilizantes y/o de la genética de la semilla en tal condición de almacenamiento, lo cual se puede sugerir como tema de futuras investigaciones.

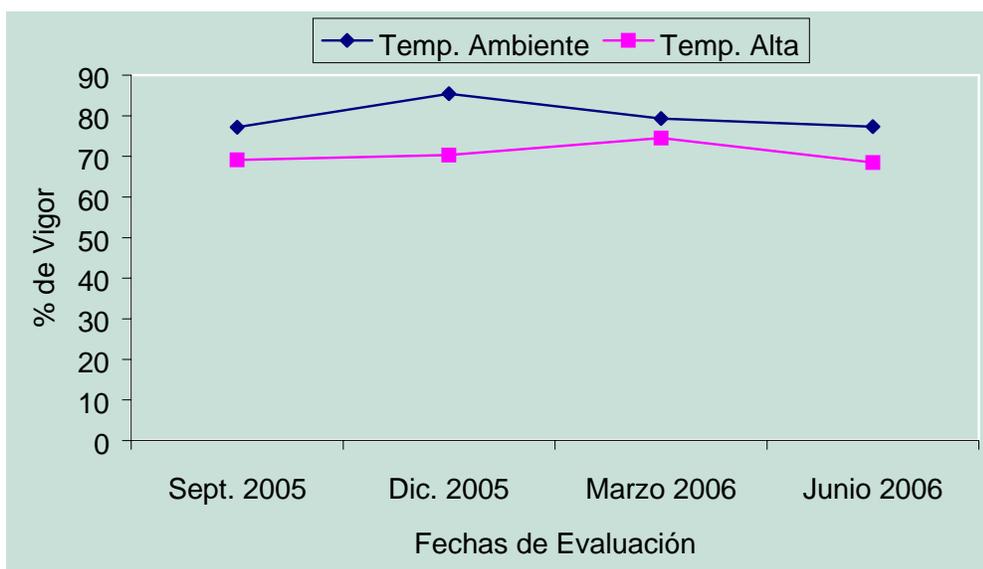
Salas, (2004) reporta resultados muy parecidos a estos.

### **6.2.2. Vigor**

Las respuestas fisiológicas respecto al vigor fueron menores en las condiciones de almacenamiento en temperatura alta en comparación con la temperatura ambiente. En la Figura 6.2 se observan las tendencias en ambas condiciones; la semilla almacenada en temperatura alta mantuvo un porcentaje próximo al 70%, el cual es mas elevado que el observado en la germinación normal, la razón es que la semilla sometida a envejecimiento acelerado se trató

con un fungicida de contacto (Captán), no así con la semilla puesta a germinación estándar.

Dado que el objetivo de la prueba de vigor es lograr un buen establecimiento en campo, los porcentajes de 80% de vigor de la semilla almacenada en temperatura ambiente y de 70% en la almacenada en temperatura alta, indican que se pueden esperar buenos resultados, por otro lado, hay diferencias altamente significativas en cuanto a las medias de vigor para los genotipos (cuadro 6.15). Además, el envejecimiento acelerado constituye una buena prueba para poder definir la capacidad de establecer una óptima densidad de plantación o ciclos tardíos con buenos resultados.



**Figura 6.2.** Efecto de la temperatura sobre el vigor en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante cinco periodos de evaluación, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx...

El cuadro A3 muestra el análisis de varianza para la semilla almacenada en temperatura ambiente, registrándose diferencias entre los periodos de

evaluación, y altamente significativas en todas las demás fuentes de variación, mientras que en la semilla almacenada en temperatura alta (cuadro A4), no hay tales diferencias para la interacción periodos x genotipos.

### **6.3. Pruebas Físicas**

#### **6.3.1. Peso Volumétrico**

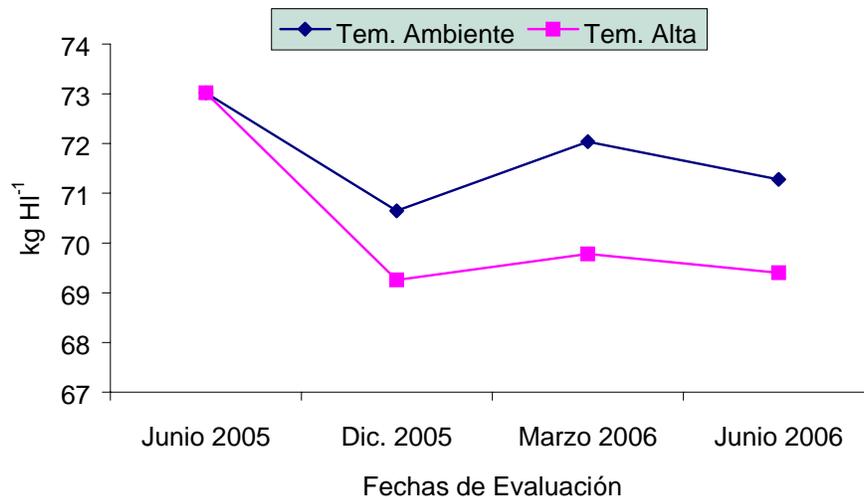
El cuadro A5 muestra el análisis de varianza para el peso volumétrico de la semilla almacenada en temperatura ambiente, se observa que solo hubo diferencias altamente significativas para las fuentes de variación genotipos y para la interacción fertilizantes x genotipos, mientras que fueron significativas para la interacción periodos x genotipos, de manera que nuevamente se aprecia el efecto conjunto de la fertilización sobre la semilla, entre los materiales genéticos y el efecto del tiempo de almacenamiento, lo cual se puede corroborar en las figuras 6.5 y 6.6.

La semilla almacenada en temperatura alta (25 °C) a diferencia de la almacenada a temperatura ambiente (17 °C), no presentó diferencias para la interacción periodos x genotipos (cuadro A6).

Lo anterior implica que las diferencias pudieron haberse debido a cambios en el peso de la semilla, lo cual es producto de la interacción que tiene la semilla con el medio ambiente, es decir, la higroscopicidad de la semilla es lo que está generando dichos cambios, de manera que hay diferencias en cuanto a la absorción de humedad de la semilla.

Según la figura 6.3 el peso volumétrico fue mas alto en la temperatura ambiente y ello se debió a que la semilla mientras mas seca esté mas peso adquiere, por tal razón, la semilla almacenada en temperatura alta tuvo mayor intercambio con la humedad del ambiente, resultados similares obtuvo Ramírez (1991) quien encontró que altos contenidos de humedad propiciaron una disminución del peso volumétrico en el cultivo de soya, lo cual , a su vez, constituyó un factor de gran influencia para que se viera afectada la capacidad fisiológica de la semilla.

En la Figura 6.3, se observa que el peso volumétrico descendió respecto a la primera evaluación, tal comportamiento no se esperaría en semilla correctamente almacenada, es decir, en condiciones estrictamente controladas de humedad relativa, pues dado que el peso volumétrico es función de la humedad del grano, se da una relación negativa entre peso volumétrico y contenido de humedad, es decir, al disminuir el contenido de humedad aumenta dicho peso volumétrico, esto repercute en importancia debido a que el peso volumétrico es un atributo muy significativo de la calidad en los cereales, en la figura 6.3 se observa que el almacenamiento en temperatura ambiente mantuvo valores próximos a  $70 \text{ kg HI}^{-1}$ , lo cual es muy aceptable en triticale puesto que se encuentra dentro de los estándares de calidad de peso volumétrico sugeridos para este cultivo (Urbano, 1999).

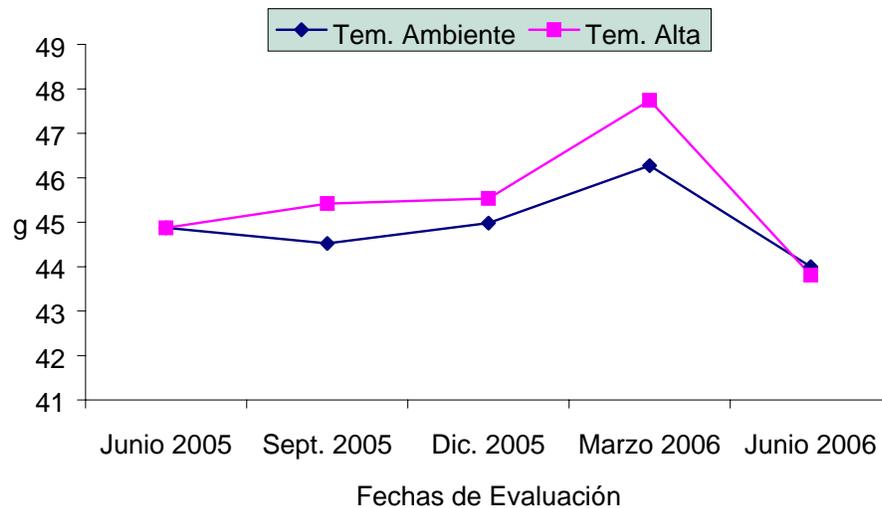


**Figura 6.3.** Efecto de la temperatura sobre el peso volumétrico en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante cinco evaluaciones, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx...

### 6.3.2. Peso de Mil Semillas

El peso de mil semillas según el ambiente de temperatura presentó un comportamiento descendente a través del tiempo (Figura 6.4); registró un comportamiento mayor en temperatura alta, lo cual es resultado del mayor intercambio con el ambiente que se dio en dicha condición de almacenamiento.

La diferencia en el peso está constituida por la diferencia en el contenido de humedad de la semilla, esto es, fueron los factores que propiciaron el deterioro fisiológico de la semilla almacenada en temperatura alta los que hicieron que se incrementara el peso de mil semillas, pues a diferencia del peso volumétrico, en este caso se evaluó igual número de semillas.



**Figura 6.4.** Efecto de la temperatura sobre el peso de mil semillas en semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) y 25 °C (alta), durante 360 días, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx..

El cuadro A7 muestra el análisis de varianza para el peso de mil semillas en el almacenamiento en temperatura ambiente, registrándose diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación, menos para los periodos.

En el almacenamiento en temperatura alta (cuadro A8) no se observaron tales diferencias para la interacción periodos x fertilizantes y solo se encuentran diferencias significativas para la triple interacción, con diferencias altamente significativas entre periodos de evaluación, lo que indica que la semilla fue afectada por el tiempo y la temperatura y que el factor de mayor incidencia en este hecho esta constituido por la calidad genética y los diferentes tipos de fertilización empleados para su producción. Similares resultados encontró Salas, 2004.

#### 6.4. Tratamientos de Fertilización

El cuadro 6.3 muestra el rendimiento en grano según la fuente de fertilización utilizada, se observa que hay diferencias significativas y que la fuente 100% estiércol es la única diferente y se adjudica el menor valor.

**Cuadro 6.3.** Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ) según la fuente de fertilización aplicada en semilla de seis genotipos de triticale, en la localidad de Ampuero, Torreon, Coahuila, Méx..

Fertilización utilizada	Rendimiento $t \cdot ha^{-1}$
	Mayo 2005
100% Estiércol	6.74 b
120-60-50	7.11 ab
100% composta de estiércol vacuno	7.04 ab
75% de fertilización química + 25% de composta	7.05 ab
50% de fertilización química + 50% de composta	7.42 ab
25% de fertilización química + 75% de composta	7.80 a
Testigo absoluto	7.06 ab
C.V. %	19.67
DMS	0.9388*

\* significativo al 5%

##### 6.4.1. Contenido de Proteína

El cuadro 6.4 muestra el contenido de proteína según la fertilización aplicada, los mayores porcentajes se atribuyen a la fertilización a base de 100% con estiércol y la 100% química (120-60-00). Después continúan en orden de efectividad la de 100% estiércol de ganado vacuno, las combinaciones y finalmente el testigo (cero fertilización) que reportó los más bajos niveles de proteína.

De manera general, se puede apreciar que las fertilizaciones orgánicas satisfacen buenos resultados en cuanto a la composición nutritiva de la semilla, de manera que si la semilla se consumiera como grano, sería de buena aportación nutritiva.

#### **6.4.2. Germinación estándar**

Los resultados muestran que no hubo diferencias en las primeras evaluaciones en la temperatura ambiente, las cuales se realizaron al iniciar el experimento y a los seis meses de almacenamiento; sí se presentaron diferencias altamente significativas a los doce meses, de manera que es importante el efecto de los fertilizantes sobre la germinación estándar.

Las evaluaciones realizadas bajo temperatura alta muestran aun mas el efecto de la fertilización sobre la semilla, la mejor fertilización fue la de 50% de fertilización química + 50% de composta, según indica la evaluación hecha en Junio de 2006, por el contrario las menos recomendables fueron 100% composta de estiércol vacuno y 120-60-00. De manera generalizada se observó un fuerte efecto del tiempo de almacenamiento, aunque la semilla almacenada en temperatura ambiente mostró un mayor grado de estabilidad en sus porcentajes de germinación, durante un año de almacenamiento.

**Cuadro 6.4.** Medias de contenido de humedad, porcentaje de proteína y germinación estándar iniciales y germinación en almacenamiento en dos condiciones de temperatura (17 y 25°C) de semilla de seis genotipos de triticale, producida con diferentes fuentes de fertilización química, orgánica y combinada.

<b>Germinación estándar</b>														
Fertilizante	% de prot.	Germinac. inicial	Plántulas normales				Plántulas anormales				Semillas muertas			
			Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2	
		Jun 2005	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006
1. 100% Estiércol	15 a	88	80	74 ab	75 a	52 c	13 b	13	17 c	23 a	7	13	8 d	25 a
2. 120-60-50	14 ab	90	77	75 ab	75 a	71 ab	15 ab	14	17 c	18 abc	7	11	7 d	11 b
3. 100% composta de estiércol vacuno	13 b	91	74	73 b	67 b	75 ab	16 ab	13	22 b	13 c	11	14	12 c	12 b
4. 75% de fertiliz. Quím. + 25% de composta	11 c	91	73	79 ab	76 a	69 ab	18 a	9	17 c	14 bc	9	12	8 d	17 ab
5. 50% de fertiliz. Quím. + 50% de composta	10 cd	93	79	79 ab	64 b	78 a	12 b	11	21 bc	13 c	9	10	15 b	9 b
6. 25% de fertiliz. Quím. + 75% de composta	10 cd	94	75	81 a	53 c	69 ab	16 ab	11	27 a	20 ab	9	8	20 a	11 b
7. Testigo absoluto	10 d	91	75	80 a	74 a	65 b	16 ab	16	17 c	20 ab	9	4	9 cd	15 ab
C.V. %	5.46	6.44	9.78	10.6	8	20.44	41.4	54.7	24.9	60.5	40.43	61.2	28.6	56.5
DMS	1.05**	ns	ns	7.3**	4.9**	10.9**	4.5**	ns	4.1**	6.5**	ns	8.2**	2.64**	11.2**

Los fertilizantes determinaron la expresión de los porcentajes de germinación y vigor, encontrándose diferencias entre la fertilización a base de 50% de fertilización química mas 50% de composta respecto a la de 120-60-00 en el almacenamiento a temperatura alta (25 °C), de manera que la fertilización 120-60-00 indica que hay una influencia de los elementos aplicados sobre la expresión de germinación. Es posible que se esté aportando una considerable cantidad de nitrógeno, lo cual está influyendo sobre la fisiología de la semilla, de manera que hay efecto sobre la composición química de la semilla que además, incide en la germinación.

Los resultados obtenidos en temperatura alta para germinación estándar, indicaron que la semilla mayormente afectada fue la sembrada en 100% estiércol de vacuno y 120-60-00 mientras que en vigor los medias diferentes para la evaluación de junio 2006 son 100% estiércol y 120-60-00, por otro lado, las mejores respuestas se observaron en las combinaciones entre fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

Se ha reportado que el triticale tiene alta eficiencia en el uso de nutrimentos (fósforo y nitrógeno), Varughese y Saari (1986).

#### **6.4.3. Vigor**

El porcentaje de vigor de la semilla con respecto a la fertilización utilizada en la producción no muestran diferencias estadísticas en la primera evaluación, a poco tiempo de haberse cosechado la semilla, pero si se registraron diferencias altamente significativas en la última evaluación, lo

anterior puede significar que hay efecto del tiempo de almacenamiento determinado por el tipo de fertilizante utilizado.

El porcentaje de vigor es consecuencia de los factores que mayor incidencia pudieran tener sobre la germinación, como pueden ser los patógenos y el desgaste de energía de la semilla debido a las fluctuaciones meteorológicas, mas también es indiscutible que los resultados se deben al efecto del recurso nutrimental con que se produjo.

El cuadro 6.5 muestra que en la última evaluación en temperatura ambiente el tratamiento a base de 100% de estiércol vacuno fue diferente estadísticamente a los demás, mas para mayor claridad en la expresión de estos resultados es mejor observar si tal comportamiento se presentó con la temperatura alta.

En el cuadro 6.6, del almacenamiento en temperatura alta, se observa que no fue el tratamiento a base de estiércol de vacuno al 100% el que presentó el menor porcentaje de vigor, sino que hubo diferencia estadística para el tratamiento a base de 100% estiércol y el testigo absoluto, de manera que el estiércol pudo haber promovido una mayor incidencia de microorganismos y el testigo debido a su baja fertilidad, aportó menos nutrientes, lo cual repercutió en un menor vigor de la semilla, esto es, se da una menor resistencia molecular de las estructuras de la semilla al efecto de la temperatura.

**Cuadro 6.5.** Porcentaje de vigor de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente, en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Vigor (%)		
	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol	83.33 b	79.77	74.22 ab
120-60-50	88.66 a	79.55	75.33 ab
100% composta de estiércol vacuno	88.66 a	81.55	72.66 b
75% de fertilización química + 25% de composta	88.66 a	80.66	79.11 ab
50% de fertilización química + 50% de composta	82.88 b	75.11	79.11 ab
25% de fertilización química + 75% de composta	83.11 b	76.44	80.88 a
Testigo absoluto	82.66 b	82.00	80.00 a
C.V. %	9.08	11.75	10.56
DMS	6.93*	ns	7.27**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA **ns** no significancia

**Cuadro 6.6.** Porcentaje de vigor de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta, en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Vigor (%)		
	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol	68.22 ab	69.33	52.22 c
120-60-50	70.22 ab	80.22	70.66 ab
100% composta de estiércol vacuno	65.33 b	76.66	75.33 ab
75% de fertilización química + 25% de composta	66.66 b	74.22	68.88 ab
50% de fertilización química + 50% de composta	71.11 ab	70.88	78.22 a
25% de fertilización química + 75% de composta	74.00 ab	75.77	69.11 ab
Testigo absoluto	76.88 a	74.44	65.11 b
C.V.%	13	13.87	20.44
DMS	9.68*	ns	10.88**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA **ns** no significancia

Lo anterior es de importancia considerando que la semilla se coseche y se siembre en un lapso no mayor a seis meses de almacenamiento con lo cual estas fertilizaciones resultarían satisfactorias. Más si fuera necesario un mayor tiempo de almacenamiento lo recomendable sería la fertilización a base de 50% de fertilización química + 50% de composta, que es el valor mas alto reportado en el almacenamiento en temperatura alta.

#### 6.4.4. Longitud Media de plúmula

La longitud de plúmula también se vio afectada de manera similar a como se expresaron las respuestas de germinación y vigor, también es importante mencionar nuevamente que esta variable fue tomada de las evaluaciones hechas al vigor de la semilla, de manera que la semilla se trató previamente con Captan y fue contrarrestado el efecto patogénico, aunque por otro lado dichos valores se debieron haber afectado por el sometimiento a estrés de la semilla, en estos resultados se observa que la menor respuesta fue para el fertilizante a base de 100% composta estiércol de ganado vacuno seguido de la de 120-60-00 y la de 100 estiércol en la evaluación realizada en junio de 2006.

**Cuadro 6.7.** Longitud de plúmula de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Longitud Media de Plúmula (cm)			
	Junio 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol	8.21	9.72 b	8.72	8.5 bcd
120-60-50	8.50	10.55 a	8.27	8.27 cd
100% composta de estiércol vacuno	9.30	10.66 a	8.55	8.11 d
75% de fertilización química + 25% de composta	8.88	10.55 a	8.55	9.11 abcd
50% de fertilización química + 50% de composta	9.11	10.16 ab	7.61	9.27 abc
25% de fertilización química + 75% de composta	8.38	9.72 b	7.27	9.77 a
Testigo absoluto	8.97	9.66 b	8.16	9.38 ab
C.V.	19.25	10.74	17.25	13.04
DMS	ns	0.7846*	ns	1.0747**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

Con lo anterior es posible atribuir, un evidente efecto de la fertilización sobre la capacidad fotosintética de la planta, lo cual a su vez hará que aunado

a la genética de la semilla producirán mayor cantidad de biomasa, lo cual es el objetivo de la semilla forrajera, además, también se da un efecto positivo de las fuentes de fertilización orgánica sobre el contenido proteico de la semilla (cuadro 6.14).

En temperatura alta el fertilizante a base de 100% estiércol fue el que reportó la más baja respuesta mientras que todos los demás tuvieron comportamientos similares en todas las evaluaciones. De manera que, no hay un efecto marcado de la temperatura sobre la longitud de plúmula según las fertilizaciones utilizadas.

Similar tendencia en los resultados de longitud de plúmula en el almacenamiento de temperatura ambiente de este estudio fueron encontrados por Negrete (1992) en tres variedades de trigo, almacenado durante 225 días y evaluado en el mismo laboratorio (CCDTS, UAAAN), esto es, los resultados de longitud de plúmula, tuvieron valores de 7.5 cm al iniciar (cero almacenamiento), alcanzaron 10.5 cm a los 90 días y disminuyeron a 5.5 cm a los 225 días, aunque dicha semilla se almacenó a 75% de humedad relativa y a 25° C.

#### **6.4.5. Peso Volumétrico**

No hubo diferencias estadísticas para la variable peso volumétrico según las fertilizaciones utilizadas, (cuadro A5). Dado que la finalidad de estos materiales es la producción forrajera, el peso volumétrico es muy aceptable,

pues algunos autores reportan estandares en 70 kg HI-1 en materiales para grano (Besnier, 1989; Urbano, 1999).

**Cuadro 6.8.** Longitud de plúmula de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura, alta en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Longitud Media de Plúmula			
	Junio 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiércol	8.21	7.16 ab	7.38 ab	5.00 c
120-60-50	8.50	6.88 ab	8.61 a	7.16 ab
100% composta de estiércol vacuno	9.30	6.05 b	8.66 a	8.44 a
75% de fertilización química + 25% de composta	8.88	6.16 b	8.38 ab	7.16 ab
50% de fertilización química + 50% de composta	9.11	6.50 b	7.50 ab	7.77 a
25% de fertilización química + 75% de composta	8.38	6.83 ab	6.83 b	6.16 bc
Testigo absoluto	8.97	7.22 ab	7.22 ab	5.94 bc
C.V.	19.25	16.62	18.86	23.02
DMS	ns	1.6397**	1.7708**	1.3981**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

El mínimo valor se dio con la fertilización 100% estiércol y de esto puede especularse que tenga efecto sobre la semilla provocando que el peso disminuya según el tiempo de almacenamiento, pero indiscutiblemente que el mayor efecto es de la temperatura que aunada a la humedad relativa hacen que disminuya el peso volumétrico.

**Cuadro 6.9.** Peso volumétrico de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente, en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Peso Volumétrico			
	Junio 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol		70.41	71.88	70.72
120-60-50	72.58	70.50	71.94	71.16
100% composta de estiércol vacuno	73.00	70.66	72.61	71.61
75% de fertilización química + 25% de composta	73.08	70.33	72.50	71.44
50% de fertilización química + 50% de composta	73.25	71.00	72.38	71.44
25% de fertilización química + 75% de composta	73.16	70.41	72.27	71.27
Testigo absoluto	73.08	71.25	72.11	71.38
C.V. %	0.66	2.21	1.69	1.65
DMS	ns	ns	ns	ns

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

**Cuadro 6.10.** Peso volumétrico de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Peso volumétrico			
	Junio 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol		68.88	69.50	68.77
120-60-50	72.58	69.38	69.55	68.94
100% composta de estiércol vacuno	73.00	69.16	69.27	69.16
75% de fertilización química + 25% de composta	73.08	69.33	70.27	69.72
50% de fertilización química + 50% de composta	73.25	69.50	70.66	70.27
25% de fertilización química + 75% de composta	73.16	69.22	69.88	69.38
Testigo absoluto	73.08	69.38	69.33	69.55
C.V.	0.66	3.01	2.04	2.02
DMS	ns	ns	ns	ns

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

En temperatura ambiente (17 °C) ninguna fertilización redujo el peso volumétrico a valores menores a 70 kg HI<sup>-1</sup>, en cambio en temperatura alta (25 °C) todos los tratamientos disminuyeron a menos de 70 kg HI<sup>-1</sup> a excepción de la fertilización 50% de fertilización química + 50% de composta que se mantuvo sobre los 70 kg HI<sup>-1</sup>, aunque tampoco hubo diferencias estadísticas en este ambiente de almacenamiento (cuadro 6.10).

#### 6.4.6. Peso de Mil Semillas

Existieron diferencias altamente significativas para el peso de mil semillas en todas las evaluaciones, el mayor peso se observó en el testigo absoluto y el tratamiento 25% de fertilización química + 75% de composta, manteniendo su peso constante a través del tiempo, lo mismo los tratamientos 75% de fertilización química + 25% de composta y 50% de fertilización química + 50% de composta; por el contrario, los tratamientos 100% estiércol, 120-60-50 y 100% composta de estiércol vacuno disminuyeron el peso según el tiempo de almacenamiento.

**Cuadro 6.11.** Peso de mil semillas de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura ambiente en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Peso de Mil Semillas				
	Junio 2005	Sept. 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol	44.12 b	43.83 b	44.00 cd	43.00 c	41.66 d
120-60-50	45.44 ab	43.66 c	43.66 d	45.50 ab	42.41 cd
100% composta de estiércol vacuno	44.84 ab	45.25 b	45.41 b	44.33 bc	42.83 bc
75% de fertilización química + 25% de composta	44.26 b	45.33 b	45.25 bc	43.33 c	43.41 bc
50% de fertilización química + 50% de composta	44.23 b	45.50 b	45.41 b	45.33 ab	44.16 b
25% de fertilización química + 75% de composta	45.24 ab	45.41 b	45.08 bc	46.50 a	44.41 ab
Testigo absoluto	45.95 a	47.00 a	46.91 a	46.08 a	45.88 a
C.V.	1.58	1.90	1.90	2.05	1.70
DMS	1.66**	1.28**	1.2853**	1.4795**	1.6618**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

En temperatura alta fueron aun mas marcadas las diferencias a excepción de la última evaluación (junio de 2006), la cual no presentó diferencias estadísticas.

**Cuadro 6.12.** Peso de mil semillas de seis genotipos de semilla de triticale producida con siete dosis de fertilización química y orgánica y almacenada en temperatura alta en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fertilización utilizada	Peso de Mil Semillas				
	Junio 2005	Sept. 2005	Dic. 2005	Marzo 2006	Junio 2006
100% Estiercol	44.12 b	45.00 cd	45.66 ab	46.91 bc	43.50
120-60-50	45.44 ab	44.41 e	44.58 b	47.50 ab	42.08
100% composta de estiércol vacuno	44.84 ab	44.50 de	44.33 b	46.75 c	42.83
75% de fertilización química + 25% de composta	44.26 b	45.50 bc	45.58 ab	48.25 ab	43.83
50% de fertilización química + 50% de composta	44.23 b	46.08 ab	46.08 ab	47.91 ab	44.83
25% de fertilización química + 75% de composta	45.24 ab	45.83 ab	45.83 ab	48.08 ab	44.83
Testigo absoluto	45.95 a	46.66 a	46.66 a	48.83 a	44.83
C.V.	1.58	2.04	3.45	2.05	4.75
DMS	1.66**	1.06**	1.96**	1.47**	ns

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

## 6.5. Genotipos

El cuadro 6.13 muestra el rendimiento obtenido según los genotipos, se observa que hay diferencias significativas y que el menor valor lo reporta el genotipo TCLF-70-99, mientras que los mayores valores los obtuvieron los genotipos TCLF-54-98C y TCLF-74-99.

**Cuadro 6.13.** Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de semilla de seis genotipos de triticale, producidos en la localidad de Ampuero, Torreón, Coahuila Méx..

Genotipos	Rendimiento $t \cdot ha^{-1}$
TCLF-70-99	6.32 c
TCLF-74-99	7.39 ab
TCLF-54-98C	8.22 a
TCLF-55-98B	7.10 bc
TCLF-66-98	7.21 b
Eronga-83	6.82 bc
C.V. %	19.67
DMS	0.2388*

\*existe diferencia significativa según el ANVA

### **6.5.1. Humedad y contenido de proteína**

En el cuadro 6.14 se presentan los contenidos de humedad y de proteína, ambos se realizaron antes de almacenar la semilla, lo mismo que la prueba de germinación.

Los resultados indican la humedad era adecuada para almacenar la semilla, habiendo homogeneidad en tales contenidos de humedad. En cuanto al contenido de proteína, se observa que hubo diferencias estadísticas (DMS 0.01), encontrándose a los genotipos TCLF-70-99 y TCLF-66-98, siendo diferentes de los demás, superiores según la prueba DMS al 0.01% de probabilidad.

### **6.5.2. Germinación**

La germinación antes de iniciar el almacenamiento también presentó diferencias estadísticas (DMS 0.01), habiendo resultado mejor el genotipo TCLF-66-98 y más baja la variedad Eronga-83.

**Cuadro 6.14** Medias de contenido de humedad, porcentaje de proteína y germinación estándar iniciales y germinación durante el almacenamiento en dos condiciones de temperatura (17 y 25 °C) de semilla de seis genotipos de Triticale, en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.

<b>Germinación estándar</b>															
Genotipos	C.H. inicial (%)	% de proteína	Germinación inicial	Plántulas normales				Plántulas anormales				Semillas muertas			
				Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2		Condición 1		Condición 2	
				Jun 2005	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005	Jun 2006	Dic 2005
TCLF-70-99	10.93	13.20 a	93 ab	79 a	79 ab	70 bc	66 cb	16 b	14 b	17 bcd	16	5 c	7 b	13 ab	18 a
TCLF-74-99	11.20	11.96 b	93 ab	77 c	78 ab	75 b	74 bc	12 a	15 b	17 cd	16	11 ab	7 b	9 c	10 bc
TCLF-54-98C	11.28	11.44 b	91 abc	75 bc	73 b	66 cd	68 cd	13 ab	16 b	21 b	18	12 a	11 a	12 b	14 ab
TCLF-55-98B	11.24	11.51 b	89 bc	73 bc	75 bc	65 d	63 d	15 ab	13 ab	21 bc	18	12 a	12 a	14 ab	19 a
TCLF-66-98B	11.09	12.85 a	95 a	85 ab	84 a	84 a	80 a	9 ab	11 b	12 cd	13	6 bc	4 b	4 d	6 c
Eronga-83 (testigo)	11.10	11.43 b	86 c	67 c	68 c	56 e	60 d	18 ab	20 a	28. a	23	15 a	12 a	16 a	17 ab
C.V.	4.08	5.46	6.44		9.8	8	20.4	54.7	41.4	24.8	60.5	61.2	40.4	28.6	56.6
DMS	ns	0.7247	5.45		6.9**	5.1**	13	6.3**	5.8**	4.5**	NS	5.8**	3.27	3**	7.5**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

Las subsecuentes evaluaciones de germinación (semilla en almacenamiento), mostraron un descenso en su porcentaje, habiendo resultado mas favorable el almacenamiento en temperatura ambiente, tales resultados no mostraron diferencia entre las evaluaciones de Diciembre de 2005 y Junio de 2006, para las mismas condiciones de almacenamiento, según el porcentaje de plántulas normales.

La respuesta mas baja se observó en el genotipo TCLF-55-98 y la variedad Eronga-83 según la condición de almacenamiento, lo cual está indicado por el porcentaje de plántulas normales obtenido; por el contrario la mejor respuesta la obtuvieron los genotipos TCLF-74-99 y TCLF-66-98, los cuales además mantuvieron igual porcentaje de germinación en ambas condiciones de almacenamiento.

En cuanto a la cantidad de plántulas anormales fue la variedad Eronga-83 la mas afectada, mientras que el que el menor fue el genotipo TCLF-66-98; los demás mantuvieron respuestas similares.

La cantidad de semillas muertas fue menor en el genotipo TCLF-66-98, mientras que el genotipo TCLF-70-99 incrementó su porcentaje debido al cambio en la condición de almacenamiento.

Las anteriores respuestas indican que las diferencias entre los genotipos se deben a su constitución genética, lo cual hace que sean diferentes

físicamente y a su vez que esto mismo sea un factor que incide en el deterioro de la semilla, esto es, una constitución de membrana mas blanda favorece una exposición de las partes internas de la semilla al ambiente, incrementa la respiración y desnaturaliza mas fácilmente las proteínas superficiales, permitiendo el avance deteriorativo, aunque no puede descartarse el efecto de los fitopatógenos.

Una semilla que sufre deterioro mas rápido, pierde su calidad, de manera que a menos que tenga otros atributos deseables, como puede ser el sabor o su contenido bromatológico, merecerá especial atención para su buena conservación. Así, en este análisis, se observa que los genotipos TCLF-70-99 y TCLF-66-98 tienen diferencias altamente significativas respecto al contenido de proteína, asimismo, los genotipos TCLF-66-98, TCLF-54-98, TCLF-74-99 y TCLF-70-99, presentaron la mejor germinación inicial, arriba del TCLF-55-98 y de la variedad testigo Eronga-83; las mejores semillas después de cosechar fueron TCLF-70-99 y TCLF-66-98, pero son los genotipos TCLF-74-99 y TCLF-66-98, los que presentaron el mejor potencial de almacenamiento, de manera que el mejor material fue el genotipo TCLF-66-98.

### **6.5.3. Vigor**

El cuadro 6.15 indica que los genotipos TCLF-66-98 y TCLF-70-99, al igual que en germinación estándar, presentaron los mayores índices de vigor en el almacenamiento a temperatura ambiente, en estos resultados se aprecia que los genotipos TCLF-74-99, TCLF-70-99, TCLF-54-98 y TCLF-55-98 fueron

fuertemente influenciados debido a la condición de almacenamiento respecto a la temperatura y a su vez, por el tiempo, pues disminuyeron sus porcentajes de vigor drásticamente en el periodo Diciembre de 2005 a Junio de 2006, pero fue aun mas afectada la variedad testigo (Eronga-83).

El mejor genotipo en cuanto a porcentaje de vigor de acuerdo con el tiempo de almacenamiento y condición, continuó siendo el TCLF-66-98.

**Cuadro 6.15.** Porcentaje de vigor de semilla de seis genotipos de triticales almacenada en temperatura 1(17 °C) y en temperatura 2 (25 °C) en Buenavista, Saltillo, Coah. Méx..

Genotipos	Vigor %			
	Temperatura 1		Temperatura 2	
	Diciembre 2005	Junio 2006	Diciembre 2005	Junio 2006
TCLF-70-99	91.61 a	85.14 a	66.28 bc	65.90 bc
TCLF-74-99	89.14 ab	72.00 c	74.66 bc	73.52 ab
TCLF-54-98C	80.19 c	75.80 bc	66.47 bc	67.80 abc
TCLF-55-98B	82.66 bc	77.33 bc	64.76 c	63.23 bc
TCLF-66-98B	90.28 a	83.23 ab	86.85 a	80.38 a
Eronga-83	78.66 c	70.47 c	63.04 c	60.19 c
C.V. %	9.08	10.56	13	20.44
DMS	7.19**	7.57**	8.48**	12.99**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA **ns** no significancia

Los resultados obtenidos en germinación después del envejecimiento acelerado de este estudio, concuerdan con los obtenidos por Rangel (1992), en un estudio realizado en diferentes genotipos de triticales, generados también en el área de cereales de la UAAAN. En ellos encontró que la germinación

estándar después de envejecimiento acelerado tuvo similares resultados a los encontrados en este estudio.

#### 6.5.4. Longitud Media de plúmula

Los efectos de los diferentes ambientes de temperatura también son marcados en las evaluaciones hechas a la longitud de plúmula, ya que en el Cuadro 6.16 se puede apreciar una tendencia decreciente de la semilla almacenada en temperatura alta, según la fecha de evaluación.

**Cuadro 6.16.** Longitud de plúmula de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a la temperatura ambiente (17 °C) de Buenavista, Saltillo, Coah., Méx..

Genotipos	Longitud Media de Plúmula (cm)			
	Junio 2005	Diciembre 2005	Marzo 2006	Junio 2006
TCLF-70-99 (facultativo)	8.59	11.14 a	7.42 c	9.66 ab
TCLF-74-99 (facultativo)	9.03	10.66 ab	6.61 c	8.42 cd
TCLF-54-98C (precoz)	8.85	9.42 c	7.90 bc	8.90 abc
TCLF-55-98B (precoz)	9.04	9.66 bc	7.85 bc	8.80 bcd
TCLF-66-98B (facultativo)	8.80	11.04 a	10.38 a	9.95 a
Eronga-83 (precoz)	8.28	8.95 c	8.80 b	7.76 d
C.V.%	19.25	10.74	17.25	13.04
DMS	ns	0.72**	1.30**	1.07**

\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

La longitud de plúmula tuvo buen comportamiento según las evaluaciones realizadas en temperatura ambiente, las mejores respuestas se dieron en los genotipos TCLF-66-98, TCLF-70-99 y TCLF-54-89, mientras que

decreció en el genotipo TCLF-74-99, pero la variedad Eronga-83 fue también la más afectada para este atributo.

En el almacenamiento a temperatura alta el genotipo menos afectado fue el TCLF-66-98, mientras que los menos favorecidos fueron el TCLF-70-99 y la variedad Eronga-83.

Estas respuestas se atribuyen a la constitución genética de los materiales, pues el mejor genotipo sigue siendo el TCLF-66-98 y este no es el de mayor tamaño de plúmula, como para pensar que la longitud sea resultado de la cantidad de reserva disponible en la semilla, sino por el contrario, la semilla más grande es de la variedad Eronga-83.

Por otro lado, el genotipo TCLF-74-99 registró la semilla más pequeña, e incluso es de una textura más suave que las demás, a excepción de Eronga-83, mas a pesar de que disminuyó su longitud de plúmula, se mantuvo en una mejor condición fisiológica que el genotipo TCLF-70-99 y la variedad Eronga-83, en almacenamiento en temperatura alta, ya que en temperatura ambiente mostró valores menores a los demás, pero similares a los encontrados en la temperatura alta.

La semilla del genotipo TCLF-66-98, fue la que presentó la mejor respuesta en cuanto a cualidades fisiológicas, en ello va implícito que posee buenas características físicas, esto es, su tamaño y textura resisten bien a la cosecha.

**Cuadro 6.17.** Longitud de plúmula de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a temperatura alta (25 °C) en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx..

Genotipos	Longitud Media de Plúmula			
	Junio 2005	Diciembre 2005	Marzo 2006	Junio 2006
TCLF-70-99 (facultativo)	8.59	7.76 b	5.19 c	5.80 c
TCLF-74-99 (facultativo)	9.03	8.19 b	7.80 b	7.47 b
TCLF-54-98C (precoz)	8.85	8.33 ab	6.00 c	6.76 bc
TCLF-55-98B (precoz)	9.04	7.23 b	6.14 c	6.19 bc
TCLF-66-98B (facultativo)	8.80	9.57 a	9.90 a	9.14 a
Eronga-83 (precoz)	8.28	5.71 c	5.90 c	5.47 c
C.V. %	19.25	16.62	18.86	23.02
DMS	ns	1.05**	1.36**	1.45**

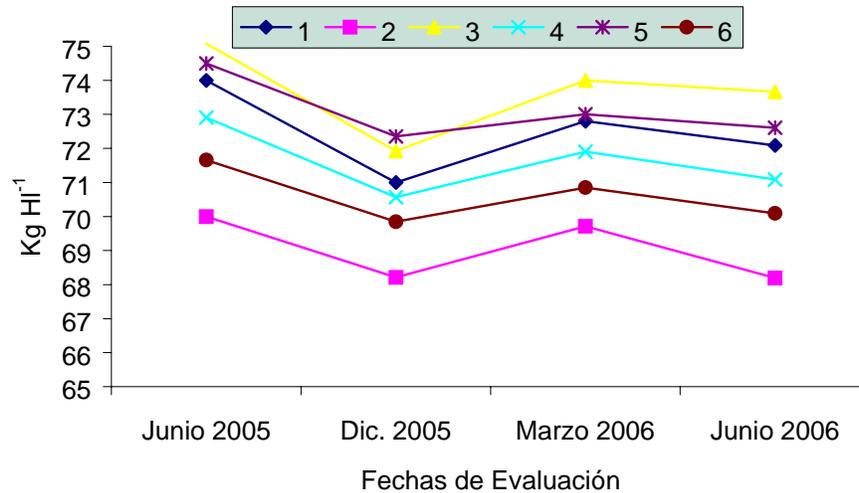
\*\*existe diferencia altamente significativa según el ANVA ns no significancia

### 6.5.5. Peso volumétrico

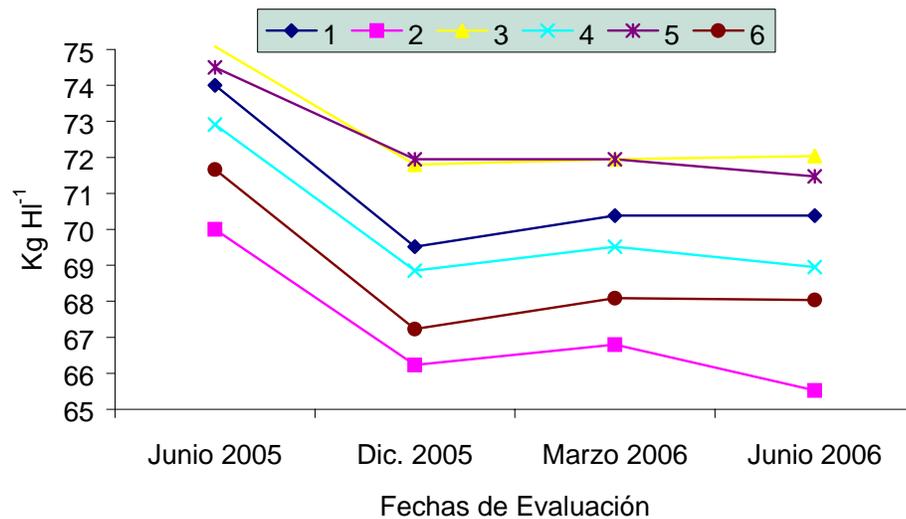
Los resultados de peso volumétrico en los genotipos en temperatura ambiente indican que el mayor peso fue para el genotipo TCLF-54-98 y TCLF-66-98, mientras que TCLF-74-99 y Eronga-83 mostraron los menores pesos, presentándose diferencias altamente significativas, Figura 6.5.

Igual comportamiento se observó para esta variable en temperatura alta respecto a los genotipos y el efecto de la temperatura provocó que el peso volumétrico descendiera hasta 2.6 kg hl<sup>-1</sup> en la variedad Eronga-83 a un año de almacenamiento, mientras que ya para diciembre había mermado alrededor de 2 kg hl<sup>-1</sup>, por su parte el genotipo No. 5 (TCLF-66-98), fue el que menos pérdida sufrió, lo que indica que es el más estable. Lo anterior implica que hay diferencias en el intercambio ambiental entre genotipos y que los que menos

intercambio presentan son los genotipos 3 y 5 (TCLF-54-98 y TCLF-66-98),  
 Figura 6.6.



**Figura 6.5.** Medias de peso volumétrico de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99 ,3. TCLF-54-98C ,4. TCLF-55-98B ,5. TCLF-66-98B ,6. Eronga-83.



**Figura 6.6.** Medias de peso volumétrico de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 25 °C (alta) en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99 ,3. TCLF-54-98C ,4. TCLF-55-98B ,5. TCLF-66-98B ,6. Eronga-83.

El peso volumétrico una vez almacenada la semilla varió de acuerdo con la absorción de agua del medio ambiente, de manera que esto fue causa de una disminución del peso, en cambio aumentó cuando esta perdió humedad, a ello se deben los descensos y ascensos en peso volumétrico entre las evaluaciones de Diciembre de 2005 y Marzo de 2006. Existe una relación negativa entre el peso volumétrico y el contenido de humedad, en un determinado rango de humedad (Facio, 2006).

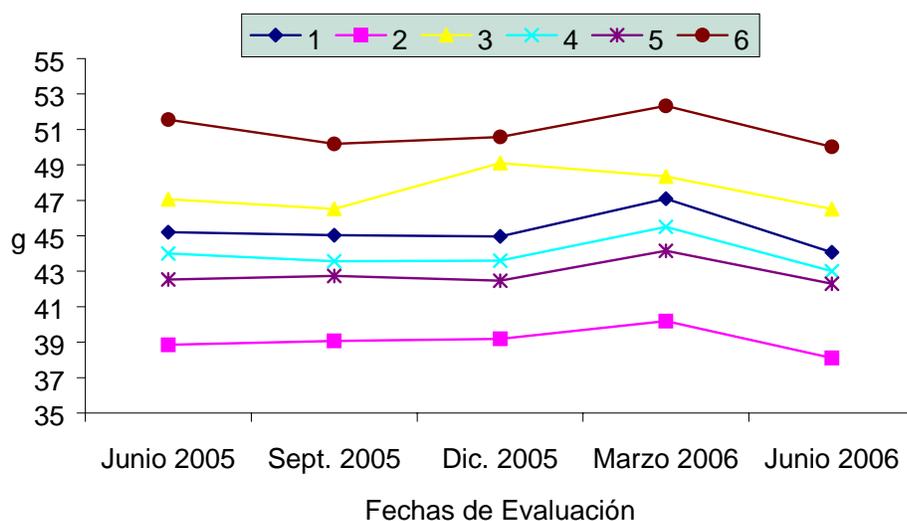
#### **6.5.6. Peso de mil semillas**

El comportamiento en el peso de mil semillas indica que fue la variedad Eronga-83 la que registró el mayor peso y ello se debe al tamaño de esta semilla, pero los resultados encontrados para ambos ambientes, indican que esta variedad incrementó su peso en el almacenamiento en temperatura alta, de manera que esta variedad tiene un alto intercambio con el medio ambiente, lo cual hace que se deteriore rápidamente.

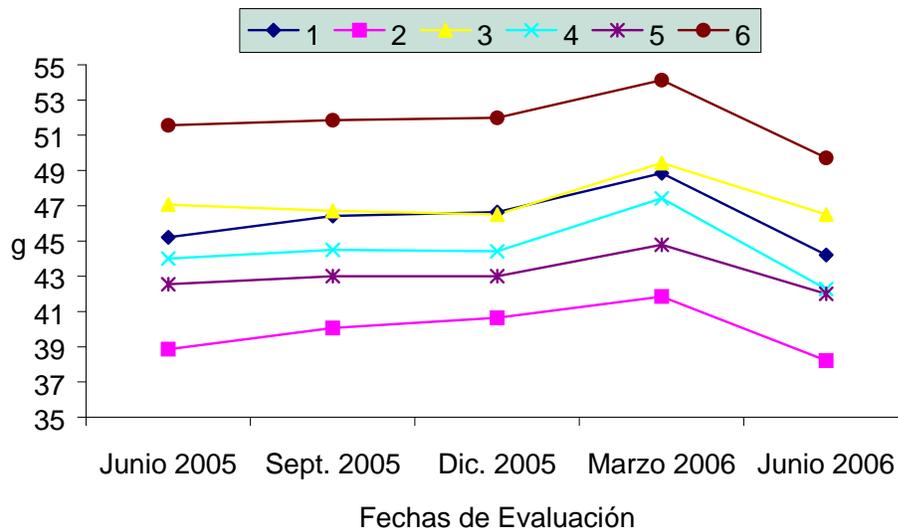
Por el contrario, el genotipo que tuvo menor peso fue el TCLF-74-99, sin embargo en este caso, la semilla es muy pequeña y es la causa principal de su bajo peso, pero por otro lado, es una de las que también sufrió alto deterioro, de manera que también tuvo alto intercambio ambiental, pues tendió a incrementar su peso con el almacenamiento en temperatura alta, aunque en menor medida que la variedad Eronga-83.

En las Figuras 6.7 y 6.8 se puede apreciar claramente la secuencia de genotipos, de manera que tal tendencia define el tamaño de la semilla.

En semillas del mismo genotipo, las semillas grandes tienen mayores ventajas sobre las pequeñas y esto se debe a la cantidad de material de reserva contenido, lo cual favorece el vigor, aunque el proceso de germinación sea más tardado, lo cual también puede ser una razón para que la plántula no se desarrolle a la misma velocidad que las semillas pequeñas. Pero también está implícito el aspecto genético, de manera que semillas pequeñas como el genotipo TCLF-74-99, pueda proporcionar plúmulas de mayor tamaño que Eronga-83, que son más grandes.



**Figura 6.7.** Medias de peso de peso de mil semillas de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 17 °C (ambiente) en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99, 3. TCLF-54-98C, 4. TCLF-55-98B, 5. TCLF-66-98B, 6. Eronga-83.



**Figura 6.8.** Medias de peso de peso de mil semillas de semilla de seis genotipos de triticale almacenada a 25 °C (alta) en Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.. 1. TCLF-70-99, 2. TCLF-74-99 ,3. TCLF-54-98C ,4. TCLF-55-98B ,5. TCLF-66-98B ,6. Eronga-83.

Se ha documentado que entre 35 y 18% de humedad la semilla respira en forma acelerada lo cual conduce a pérdida de reservas y aunado con temperaturas elevadas probablemente se afecte la vida del germen (Kent, 1975).

## 7. CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias altamente significativas para la germinación estándar y el vigor tanto entre genotipos como entre los efectos de las fuentes de fertilización; la mejor respuesta física y fisiológica se encontró en el genotipo TCLF-66-98 que además resistió muy favorablemente a la condición de almacenamiento en temperatura alta, pero no obtuvo el mejor rendimiento.

Debido al deterioro que se encontró durante el almacenamiento es posible que la semilla de esta especie sea de una consistencia muy blanda, razón por la cual tenga alto grado de higroscopicidad y sea afectada por los cambios atmosféricos, repercutiendo ello en sus respuestas fisiológicas.

La fuente de fertilización orgánica 100% estiércol presentó las menores respuestas fisiológicas pero junto con la dosis 120-60-50 dieron los mayores contenidos de proteína en el grano después de cosecha.

Se sugiere almacenar en condiciones naturales, pero la semilla debe aislarse lo mejor posible de agentes externos.

## 8. RESUMEN

Seis genotipos de semilla de triticale, los cuales fueron producidos con diferentes dosis de fertilización química, orgánica y combinada, en la localidad de Ampuero, municipio de Torreón, Coahuila, México (25° 32' 40" LN y 103° 26' 33" LW), en mayo de 2005, se almacenaron en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, México (25° 21' 20" LN y 101° 01' 30" LW), de junio de 2005 a junio de 2006 en dos condiciones de temperatura (17 y 25 °C).

El objetivo fue evaluar la respuesta en la calidad de la semilla durante el almacenamiento; para tal efecto, se evaluaron parámetros de la calidad física (contenido de humedad de la semilla antes de almacenar, peso volumétrico y peso de mil semillas durante el almacenamiento), fisiológica (germinación estándar, vigor y longitud de plúmula durante el almacenamiento) y bioquímica (contenido de proteína antes de almacenar).

El análisis estadístico se realizó bajo un diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos de fertilización se consideraron como parcela mayor y los genotipos como menor, para obtener las diferencias en cuanto a temperatura se analizó bajo un diseño de parcelas subdivididas.

Se encontraron diferencias altamente significativas (DMS 0.01) entre periodos de almacenamiento, dosis de fertilización y genotipos, así como entre

las interacciones periodos x fertilizantes, periodos x genotipos, fertilizantes x genotipos y periodos x fertilizantes x genotipos.

El mejor material genético fue el TCLF-66-98, mientras que los menos favorecidos fueron el TCLF-70-99 y la variedad testigo (Eronga-83). La mejor fertilización fue la de 50% de fertilización química + 50% de composta, mientras que las dosis menos favorecidas fueron las de 100% composta estiércol vacuno y 120-60-00, sin embargo, mostraron la mejor respuesta en contenido de proteína.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abdul-Baki, A.A. 1969. Relationship of glucose metabolism to germinability and vigor in barley and wheat seeds. *Crop Science*, 9:732-737. USA.
- Abdul-Baki, A.A. and J.P. Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In Kozlowski, T.T. (ed.). *Seed Biology*. Academic Press. New York, 2:283-315. USA.
- Álvarez, O.S.J. 1998. Calidad de compostas de diferentes materiales orgánicos a partir de su contenido en ácidos húmicos y fúlvicos y el desarrollo del cultivo del Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.
- Al-Yahya, S.A. 2001. Effect of storage conditions on germination in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 186, 4:273-279.
- Anderson, J.D. and Baker, J.E. 1982. Deterioration of seed during aging. *Plant physiol.* 73: 321-325. USA.
- Anderson, L.V. and McLean, R.A. 1974. Design of experiments. Vol. 5: A realistic approach. Edit. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.418 pp.
- Andrade H., J.,1994. Influencia de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del cultivo del Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.) en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx.
- Association of Oficial Seed Analyst (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook of Seed Testing. USA.
- Bernal, L.I. 2001. Factores bioquímicos que participan en el envejecimiento de semillas. Curso Internacional de Actualización en Tecnología de Semillas. CCDTGS. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx.
- Besnier, R.F. 1989. Semillas. Biología y tecnología. Edic. Mundi-Prensa. Madrid, España. 637 pp.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1986. Seed physiology of development and germination. Plenum press. New York and London. 1:3-5.
- Calderón, V.A. 1992. Contenido de humedad en la expresión del vigor de la semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) después de envejecimiento acelerado. Tesis de Licenciatura. Depto. de Fitotecnia. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx.
- Camacho M., F. 1994. Dormición de semillas. Ed. Trillas. México.

- Colín, R.M. 2002. Los cereales de grano pequeño como cultivos forrajeros de invierno (avena, cebada, centeno, trigo y Triticale). Apuntes complementarios del curso: Producción de Cultivos Forrajeros. Depto. de Fitomejoramiento. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Bed Burges Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. U.S.A. 321 pp.
- Cremllyn, R.J. 1991. Agrochemicals preparation and mode of action. John Wiley and Sons Ltd. England. 396 pp.
- Cruz, Ch.F.J. 1992. Almacenamiento no controlado de la semilla de triticale (*X triticosecale* Wittmack) y su comportamiento en la calidad y composición química. Tesis de Maestría. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 147 pp.
- Cruz, F.G., S. Aviles M. y J.C. Cortés. 1998. Estudio de la adaptabilidad del triticale a diferentes dosis de calcio y fósforo en andisoles. Terra. Vol. 16. No. 1:63-69.
- Delouche, J.C. 1968. Precepts for storage. Proc. Mississippi State. Short course for seedmen. 85-116. USA.
- Delouche, J.C. y C.C. Baskin. 1976. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci and Tech. 2:427-452. The Netherlands.
- Duffus, C. y Slaughter, C. 1992. Las semillas y sus usos. AGT editor, S.A. Traducción de Márquez, F.S. México, D.F. 187 pp.
- Evans, L.T. 1980. Crop Physiology. Cambridge University Press. 374 pp.
- Facio, P.F. 2006. Apuntes de la materia "Acondicionamiento de granos y semillas." Maestría en Tecnología de granos y semillas. Depto. de Fitomejoramiento. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx.
- FAO. 1993. Oficina regional de la FAO para América Latina y el caribe. Ciro Arias (Oficial Regional de Servicios Agrícolas). Manual de manejo. Poscosecha de granos a nivel rural. (Pérdidas Alimentarias Posteriores a la Cosecha). Santiago, Chile. 364 pp.
- Flores H., A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª Edición. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicio de la UACH. Chapingo, edo. de México.
- Foth, H.D. y L.M. Turk. 1982. Fundamentos de la ciencia del suelo. Traducción. de Nava, D.J. edit. CECSA. México, D.F. 527 pp.

- Gan, J.; S.R. Yates; D. Crowley y J.O. Becker. 1998. Acceleration of 1,3-dichloropene degradation by organic amendments and potential application for emissions reduction. *Journal of Environmental Quality*. 27:408-414.
- García, B.T.A. 1999. Etapas de cosecha de semilla de maíz y su potencial de almacenamiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Tecnología de Semillas.. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 120 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. Instituto de geografía. UNAM. México, 132 pp.
- García, V.C.E. 1991. Influencia de la fumigación con fosforo de aluminio sobre la germinación de la semilla de maíz (*Zea mays* L) y trigo (*Triticum aestivum* L). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 66 pp.
- Gayosso, G. J. B. E. 1989. Rendimiento y calidad de forraje en triticale de hábito intermedio (*X Triticosecale* Wittmack), en tres ambientes del norte de México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 74 pp.
- Gibson, L. R. 2002. Triticale a viable alternative for Iowa grain producers and livestock feeders? Iowa State Univ. Agron. Endowment: Path to the future. Ames, IA, USA.
- Gil, M.F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1147 pp.
- Haferkamp, M., E. Smith and R.A. Nilan. 1953. Studies on aged seeds I. Relation of age of seed to germination and longevity. *Agron. J.* 45: 434-437. USA.
- Harrington, J.F. 1973. Biochemical bases of seed longevity. *Seed Sci. and Technol.* 1:453-461. The Netherlands.
- Jara, C.T.V. 1993. Potencial de pruebas de vigor para el ensayo de semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Tecnología de Semillas.. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 119 pp.
- Jiménez, M.A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, edo de México. 84 pp.
- Kent N.L. (1975) *Technology of Cereals* Pergamon Press U.K. , U.S.A. Australia, France, Germany 306 pp.
- Lees, P. 1980. Vigor de las semillas. Clave de las mejores cosechas. Agricultura de las Américas. Kansas, USA.
- López, F.L.C. 1960. Hongos de granos almacenados en México. Tesis Profesional. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México. 39 pp.

- López M., O del C. 2003. Efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en condiciones de campo abierto. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Lozano, R.A.J. 1990. Studies on triticale forage production under semiarid conditions of northern México. Proceedings of the Second International Triticale Symposium Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brazil. October 1990.
- Lozano, A. J., V. M. Zamora, H. D. Solis, M. Mergoum and W. H. Pfeiffer. 1998. Triticale forage production and nutritional value in the northern region of México. Proceedings, Vol. 2, Poster Presentations, 4<sup>th</sup> International Triticale Symposium, July 26 – 31, 1998 Red Deer, Alberta, Canada.
- Moreno M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición. Instituto de Biología. UNAM, México, D.F. 393 pp.
- Moreno, M.E., M. Vázquez, B.E. y F. Facio P. 2000. La temperatura en relación con la longevidad de semillas de maíz almacenadas con baja humedad. Agrociencia. Vol. 34, No. 2. 175-179.
- Multon, J.L. 1982. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Vol. 1. Edit. Technique & Documentation Lavoisier. París, Francia. 576 pp.
- Mustin, M. 1987. Le compost. Ed. Francois Dubusc. París, Francia. 954 pp.
- Negrete, B.M. 1992. Deterioro en precosecha y potencial de almacenamiento de semilla de trigo (*Triticum aestivum* L). Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 76 pp.
- Niembro, A. 2006. Producción y conservación de semillas forestales. XIII Curso internacional de actualización en tecnología de semillas. CCTDGS. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Noriega, A.G. *et al.* 2002. Producción de abonos orgánicos y lombricultura. Fundación PRODUCE Chiapas. Edit. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ortiz, C.P. 1999. El cultivo del Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.). Monografía. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Parodi, P.C. y Nebreda, M.I. 1982. Seis años de investigación en triticale (*X triticosecale* Wittmack) en Chile. Rev. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 9, No. 2:15-25.
- Ramayo, R.L. 1983. Tecnología de granos. Depto. de Industrias Agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, edo. De México. 216 pp.

- Ramírez, H.V.L. 1991. Condiciones adversas de almacenamiento y tipos de envase en el deterioro de semilla de soya (*Glycine max* L). Tesis de Maestría. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 82 pp.
- Ramírez, C.J., T. Cervantes., M. Villaseñor y C. López. 2003. Selección para componentes del rendimiento de grano en triticale irradiado. *Agrociencia*. Vol. 37. No. 6:595-603.
- Rangel, G.R. 1992. La humedad de la semilla de triticale (X triticosecale Wittmack) y su respuesta en el vigor después de envejecimiento acelerado. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 57 pp.
- Royo, C., 1992. El triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 95 pp.
- Royo, C. and M. Aragay. 1998. Spring triticale grown for different end-uses in a Mediterranean-Continental area. *Proceedings*, Vol. 2, Poster Presentations, 4<sup>th</sup> International Triticale Symposium, July 26 – 31, 1998 Red Deer, Alberta, Canada.
- Salas, M.M.A. 2004. Efecto del almacenamiento natural sobre la calidad de semilla de triticale (X triticosecale W) producidos con diferentes dosis de fertilización fósforo-potasica y fechas de siembra. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 76 pp.
- Salisbury F., B. y Ross C., W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Editorial Iberoamericana. México.
- Sauer, D.B. 1992. *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA. 615 pp.
- Seed news. 2001. *Revista internacional de semillas*. No. 3. Julio - Agosto de 2001. ISSN 1415-0387.
- Seed news. 2001. *Revista internacional de semillas*. No. 5. Septiembre - Octubre de 2001. ISSN 1415-0387.
- Serrato, C.V.M. 1995. *Manual de procedimiento de control de calidad en el campo, en la producción de semillas de maíz*. CENTA. San Salvador, El Salvador.
- Torres, T.M.A. 2004. Identificación y cuantificación de proteínas en semillas de maíz relacionadas con germinación y vigor. Maestría en Tecnología de granos y semillas. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 115 pp.
- Urbano, P.T. 1999. *Tratado de Fitotecnia General*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 895 pp.
- Vargas, H.J. 2006. El manejo de germoplasma en la conservación de especies en riesgo de extinción. XIII Curso internacional de actualización en tecnología de semillas. CCDTS. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- Villegas, E., C. E. McDonald, and K. A. Gilles. 1968. Variability in the lysine content of wheat, rye and triticales proteins. Res. Bull. No. 10. CIMMYT. México. 32 pp.
- Villegas, E., E. Ortega y R. Bauer. 1985. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de proteína de cereales. CIMMYT. México, D.F. 32 pp.
- Ye, C.W.E.; S.H. Diaz; R.A.J. Lozano; V.V.M. Zamora y O.M.J. Ayala. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticales forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. Tec. Pecu. Méx. 39(1):15-30.

## **10. APENDICE**

**Cuadro A1.** Análisis de varianza para germinación estándar en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	2	18679.00	9339.50	286.26	0.001**
Error periodos	4	130.50	32.62		
Trat. de Fert.	6	990.75	165.12	4.00	0.004**
Per.*Fert.	12	2757.25	229.77	5.57	0.000**
Error Fertiliz.	36	1484.50	41.23		
Genotipos	5	7279.50	1455.90	36.83	0.000**
Per.*Genot.	10	753.25	75.32	1.90	0.045*
Fert.*Gen	30	5343.75	178.12	4.50	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	60	5436.50	90.60	2.29	0.000**
Error Genot.	210	8300.75	39.52		
Total	377	51449.50			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 7.73

**Cuadro A2.** Análisis de varianza para germinación estándar en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	2	31700.00	15850.00	413.02	0.000**
Error periodos	4	153.50	38.37		
Trat. de Fert.	6	1726.25	287.70	9.05	0.000**
Per.*Fert.	12	8867.00	738.91	23.25	0.000**
Error Fertiliz.	36	1144.00	31.77		
Genotipos	5	10657.00	2131.39	68.15	0.000**
Per.*Genot.	10	2450.00	245.00	7.83	0.000**
Fert.*Gen	30	7277.75	242.59	7.75	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	60	7563.00	126.05	4.03	0.000**
Error Genot.	210	6567.75	31.27		
Total	377	78383.00			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 7.07

**Cuadro A3.** Análisis de varianza para vigor (envejecimiento acelerado) en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17$  °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	3	5333.00	1777.66	8.90	0.013 *
Error periodos	6	1197.75	199.62		
Trat. de Fert.	6	1777.00	296.16	3.66	0.005**
Per.*Fert.	18	3715.00	206.38	2.55	0.005**
Error Fertiliz.	48	3882.00	80.87		
Genotipos	5	7312.00	1462.40	20.90	0.000**
Per.*Genot.	15	3637.75	242.51	3.46	0.000**
Fert.*Gen	30	6264.25	208.80	2.98	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	90	15623.75	173.59	2.48	0.000**
Error Genot.	280	19588.00	69.95		
Total	503	68692.00			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 10.45

**Cuadro A4.** Análisis de varianza para vigor (envejecimiento acelerado) en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25$  °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	3	2750.75	916.91	9.69	0.011 *
Error periodos	6	567.75	94.62		
Trat. de Fert.	6	4827.75	804.62	7.44	0.000**
Per.*Fert.	18	8867.75	492.65	4.55	0.000**
Error Fertiliz.	48	5187.50	108.07		
Genotipos	5	22843.75	4568.75	38.44	0.000**
Per.*Genot.	15	2323.00	154.86	1.30	0.199 ns
Fert.*Gen	30	24302.00	810.06	6.81	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	90	18984.50	210.93	1.77	0.000**
Error Genot.	280	33272.00	118.82		
Total	503	123961.75			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 15.43

**Cuadro A5.** Análisis de varianza para peso volumétrico en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	2	165.37	82.68	4.85	0.086 ns
Error periodos	4	68.12	17.03		
Trat. de Fert.	6	17.25	2.87	1.6078	0.173 ns
Per.*Fert.	12	13	1.08	0.60	0.824 ns
Error Fertiliz.	36	64.37	1.78		
Genotipos	5	943.00	188.60	137.28	0.000**
Per.*Genot.	10	28.37	2.83	2.06	0.028*
Fert.*Gen	30	218.75	7.29	5.30	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	60	113.12	1.88	1.37	0.054 ns
Error Genot.	210	288.50	1.37		
Total	377	2046.00			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 1.64

**Cuadro A6.** Análisis de varianza para peso volumétrico en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	2	17.62	8.81	5.87	0.066 ns
Error periodos	4	6.000	1.500		
Trat. de Fert.	6	45.37	7.56	2.32	0.053 ns
Per.*Fert.	12	17.75	1.47	0.45	0.928 ns
Error Fertiliz.	36	117.00	3.25		
Genotipos	5	1596.75	319.35	113.98	0.000**
Per.*Genot.	10	26.37	2.63	0.9414	0.503 ns
Fert.*Gen	30	643.00	21.43	7.64	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	60	101.50	1.69	0.60	0.989 ns
Error Genot.	210	588.50	2.80		
Total	377	3170.50			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 2.40

**Cuadro A7.** Análisis de varianza para peso de mil semillas en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura ambiente ( $\approx 17$  °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	4	154.25	38.56	5.22	0.071
Error periodos	4	29.50	7.37		
Trat. de Fert.	6	330.31	55.05	66.39	0.000**
Per.*Fert.	24	141.50	5.89	7.11	0.000**
Error Fertiliz.	30	24.87	0.82		
Genotipos	5	5302.06	1060.41	1502.60	0.000**
Per.*Genot.	20	91.06	4.55	6.45	0.000**
Fert.*Gen	30	570.87	19.02	26.96	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	120	314.06	2.61	3.70	0.000**
Error Genot.	175	123.50	0.70		
Total	419	7084.62			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 1.88

**Cuadro A8.** Análisis de varianza para peso de mil semillas en semilla de seis genotipos de Triticale almacenada durante 0, 90, 180, 270 y 360 días, en temperatura alta ( $\approx 25$  °C) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Probabilidad estimada
Periodos	4	764.00	191.00	38.44	0.004**
Error periodos	4	19.87	4.96		
Trat. de Fert.	6	170.87	28.47	14.65	0.000**
Per.*Fert.	24	86.56	3.60	1.85	0.054 ns
Error Fertiliz.	30	58.31	1.94		
Genotipos	5	5761.25	1152.25	668.10	0.000**
Per.*Genot.	20	71.50	3.57	2.07	0.007**
Fert.*Gen	30	669.50	22.31	12.93	0.000**
Per.*Fert.*Gen.	120	273.37	2.27	1.32	0.046*
Error Genot.	175	301.81	1.72		
Total	419	8177.06			

\* significativo al 5% \*\*significativo al 1% ns No significativo C.V. = 2.89