

EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES  
EN TRITICALE (X. Triticosecale Wittmack) DEL TIPO  
COMPLETO EN SUS AMBIENTES DEL  
NORTE DE MEXICO

JULIO GERARDO CHARLES CARDENAS

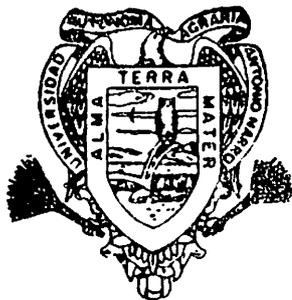
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de :

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

Comité Particular

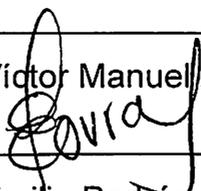
Asesor principal :

  
M.C. Alejandro Javier Lozano del Rio

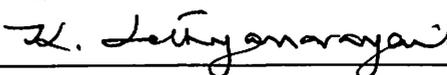
Asesor :

  
M.C. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor :

  
M.C. Emilio Padrón Corral

Asesor :

  
Dr. Kuruvadi Sathyanarayanaiah

  
Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila., Junio de 1997

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la institución y personas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría y superación y las facilidades otorgadas para mi desarrollo profesional.

Al Biólogo M.C. Alejandro Javier Lozano del Río por su asesoría, paciencia en la conducción y revisión de este trabajo, así como su amistad.

Al Ing. M.C. Víctor Zamora Villa por su asesoría y sugerencias en el presente trabajo de tesis.

Al Lic. M.C. Emilio Padrón por su gran apoyo para la realización de este trabajo y culminación de mis estudios de postgrado.

A mi maestro el Dr. Kuruvadi Sathyanarayanaiah, por sus consejos y asesoría durante mis estudios de postgrado, así como sugerencias en la realización del presente trabajo.

Al personal del Programa de Cereales al Ing. Modesto Colin Rico, Margarito García, Jesús Rodríguez, Juan Salas.

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre :

Julio Charles Flores

*Con profundo amor y respeto por haberme enseñado y transmitido mucho su experiencia e inquietud de superación.*

A mi madre :

Ma. Del Refugio Cárdenas Ramos

*Por haberme enseñado a respetar y amar a mis semejantes.*

A mi esposa :

Zaida Wals Elguézabal

*Con todo amor por su paciencia y apoyo incondicional brindándonos amor y a mis hijos.*

A mis hijos :

Zaida Guadalupe, Julio Gerardo, Eréndida y Rodolfo Enrique

*Por su comprensión durante mis estudios.*

A mis hermanos :

José Antonio, Enrique Gustavo, Flavio, Francisco Javier, Miguel Angel.

A mis amigos :

Oziel Alejandro Quiroga Chapa, Jorge Vargas Wong y Adalberto Benavides, *por su amistad y apoyo moral e incondicional mostrado durante el desarrollo profesional.*

A mis asesores :

Alejandro Javier Lozano del Río, Víctor Zamora Villa, Emilio Padrón, Kuruvadi Sathyanarayanaiah, *con estimación y respeto.*

A mis compañeros de trabajo Sección Papa:

Gelacio Pérez Ugalde, Enrique Charles, Kuruvadi Sathyanarayanaiah, *por el apoyo brindado en el trabajo diario que desarrollo en mi Alma Mater.*

**COMPENDIO**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TRITICALE  
(*X. Triticosecale* Wittmack) DEL TIPO COMPLETO EN SEIS AMBIENTES  
DEL NORTE DE MEXICO**

**Por :**

**JULIO GERARDO CHARLES CARDENAS**

**MAESTRIA EN**

**FITOMEJORAMIENTO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1997**

**Biol. M.C. Alejandro Javier Lozano del Río -Asesor-**

**Palabras clave :** Triticale, genotipo, medio ambiente, variedad, estable, correlación, localidad.

En esta investigación se evaluaron 14 líneas de triticales completos y un testigo de trigo en cinco localidades con el objetivo de estimar la interacción genotipo-ambiente y el grado de estabilidad de cada línea.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para el número de espiguillas por espiga, peso hectolítrico, rendimiento, longitud de espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos en todas las localidades o en su mayoría de las localidades estudiadas.

El análisis combinado mostró diferencias altamente significativas para todas las características en localidades, genotipos y la interacción entre genotipos y localidades.

Las tres localidades: Múzquiz, Abasolo y Buenavista, fueron ambientes más favorables para la manifestación de los caracteres en los genotipos. Los genotipos 66-87, 42-87, 2-88 y 5-88, se identificaron por tener una buena respuesta en todos los ambientes, pero son inconsistentes. El carácter rendimiento presentó la mayor estabilidad, seguida por peso de 1000 granos, y número de espiguillas por espiga. En base a este estudio se identificaron las líneas 66-87 y 3-88, las cuales fueron seleccionadas como variedades muy estables.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF YIELD AND ITS COMPONENTS IN COMPLETE TRITICALE (*X. Triticosecale* Wittmack) LINES IN SIX ENVIRONMENTS IN THE NORTH OF MEXICO**

By

**JULIO GERARDO CHARLES CARDENAS**

**MASTER OF SCIENCE**

**PLANT BREEDING**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. MAY, 1997**

**Ing. M.C. Alejandro Javier Lozano Del Río. -Advisor-**

**Key words:** Triticale, genotype, environment, stable variety, correlations, locality.

In this investigation 14 lines of triticale and a wheat check variety were evaluated in five locations with an objective of estimating the genotype-environment interaction and to find out the stability of each line.

The analysis of variance indicated significant differences for number of spikelets per spike, hectolitic weight, grain yield, spike length, grains per spike

and 1000 grain weight in all the locations or in the majority of locations tested. The combined analysis showed highly significant differences for all the characters in the genotypes, localities and interaction between genotype and environments.

The three locations Muzquiz, Abasolo and Buenavista were favourable in the expression of characters in the genotypes. The line 66-87, 42-87, 2-88 and 5-88 showed better response in all the environments but were inconsistent. The characters grain yield presented high stability followed by 1000 grain weight and number of spikelets per spike. On the basis of this study the lines 66-87 and 3-88 were classified as high stable varieties.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	<i>xiv</i>
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
Generalidades.....	5
Triticales Completos y Substituidos.....	9
Síntesis de Triticales Secundarios.....	10
Rendimiento y Adaptación de Triticales Completos y Substituidos.....	14
Interacción Genotipo Ambiente.....	17
Análisis de Regresión.....	19
Análisis de Varianza Combinado.....	20
Interacción Genotipo-Ambiente y Estabilidad de Rendimiento en Cereales.....	24
Correlaciones Fenotípicas y Genotípicas.....	31
MATERIALES Y METODOS.....	36
Localidades donde se Realizó el Experimento.....	36
Descripción Geográfica y Climática de las Localidades.....	37
Material Genético.....	40
Labores Culturales.....	40
Fechas de Siembra.....	42
Fertilización.....	43

<b>Riegos.....</b>	<b>44</b>
<b>Control de Plagas.....</b>	<b>45</b>
<b>Control de Malezas.....</b>	<b>46</b>
<b>Cosecha.....</b>	<b>46</b>
<b>Tamaño de la Parcela Experimental.....</b>	<b>46</b>
<b>Diseño Experimental.....</b>	<b>47</b>
<b>VARIABLES ESTUDIADAS.....</b>	<b>47</b>
<b>Análisis Estadístico.....</b>	<b>48</b>
<b>Análisis de Varianza Individual.....</b>	<b>49</b>
<b>Análisis de Varianza Combinado.....</b>	<b>50</b>
<b>Análisis de Varianza para Estimar los</b>	
<b>Parámetros de Estabilidad.....</b>	<b>51</b>
<b>Prueba de Comparación de Medias.....</b>	<b>57</b>
<b>Prueba de Homogeneidad de Varianza.....</b>	<b>57</b>
<b>Correlaciones Fenotípicas.....</b>	<b>60</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>61</b>
<b>Análisis de Varianza Individuales.....</b>	<b>61</b>
<b>Análisis de Varianza Combinado.....</b>	<b>63</b>
<b>Comparación de Medias.....</b>	<b>64</b>
<b>Estabilidad.....</b>	<b>66</b>
<b>Longitud de Espiga.....</b>	<b>66</b>
<b>Número de Espiguillas por Espiga.....</b>	<b>71</b>

<b>Peso Hectolítico.....</b>	<b>76</b>
<b>Peso de 1000 granos.....</b>	<b>78</b>
<b>Rendimiento.....</b>	<b>81</b>
<b>Coeficiente de Correlación y Significancia.....</b>	<b>83</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>87</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>89</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>95</b>

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
3.1. Localidades donde se realizó el experimento.....	36
3.2. Material genético usado en el experimento.....	41
3.3. Fechas de siembra del experimento en las seis localidades	43
3.4. Dosis de fertilización empleadas en las diferentes localida- des utilizadas.....	44
3.5. Número de riegos aplicados al experimento en cada localidad de prueba.....	45
3.6. Análisis de varianza individual para detectar las diferencias entre las variedades para cada ambiente de estudio.....	49
3.7. Análisis de varianza combinado para el modelo con ambien- tes al azar y variedades fijas.....	51
3.8. Análisis de varianza para estimar los parámetros de esta- bilidad (Eberhart y Russell, 1966).....	55
3.9. Situaciones que definen el comportamiento de una variedad al probarse en diferentes ambientes (Carballo y Márquez, 1970).....	56
3.10. Modelo de Perkins y Jinks (1968), bajo el cual se pueden calcular las medias ambientales y medias marginales de rendimiento, índices ambientales e índices genotípicos, así como la media general.....	59
4.1. Cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para las variables estudiadas en cada localidad.....	62

4.2. Cuadrados medios para las variables: longitud de espiga, número espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso hectolítrico, peso de 1000 granos y rendimiento.....	63
4.3. Comparación de medias de genotipos a través de seis ambientes de las variables : longitud de espiga, número de espiguillas/espiga, número de granos/espiga, peso hectolítrico, peso de 1000 granos, y en rendimiento en seis localidades en el ciclo 88-89.....	65
4.4. Comparación de medias de localidades para las variables: longitud de espiga, número de espiguillas/espiga, número de granos/espiga, peso hectolítrico, peso de 1000 granos, y en rendimiento en seis localidades en el ciclo 88-89.....	67
4.5. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica longitud de espiga (Eberhart y Russell, 1966).....	68
4.6. Parámetros de estabilidad de 15 genotipos de triticales de la variable longitud de espiga evaluados en seis ambientes del norte de México .....	70
4.7. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica de número de espiguillas por espiga según Eberhart y Russell (1966).....	72
4.8. Valores medios, coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión para la característica número de espiguillas por espiga.....	73
4.9. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica de número de granos por espiga (Eberhart y Russell, 1966) .....	74

4.10. Valores medios, coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión para la característica número de granos por espiga.....	75
4.11. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad de la característica peso hectolítrico (Eberhart y Russell, 1966).....	77
4.12. Valores medios y coeficientes de regresión, desviaciones de la regresión de la característica peso hectolítrico.....	78
4.13. Análisis de varianza para estimar la estabilidad de la característica peso de 1000 granos (Eberhart y Russell, 1966).....	79
4.14. Valores medios y coeficientes de regresión y desviaciones de regresión de la característica peso de 1000 granos.....	80
4.15. Análisis de varianza para estimar la estabilidad de la característica rendimiento (kg/ha) (Eberhart y Russell, 1966)...	81
4.16. Valores medios y coeficientes de regresión y desviaciones de regresión de la característica rendimiento (kg/ha).....	82
4.17. Correlaciones fenotípicas de las características evaluadas.....	83

## INTRODUCCION

La creciente demanda de productos alimenticios en el mundo es preocupación de los investigadores y otros científicos, quienes dedican su ingenio y tiempo a la tarea de buscar nuevos cultivos o mejorar los ya existentes. Este esfuerzo está siendo dirigido a la principal fuente de alimentos que son los vegetales.

La producción de básicos está limitada por la disponibilidad de agua de riego, ya que este factor afecta a casi todos los países y en particular a México, en el cual, tres cuartas partes del territorio son áridas. Por esta razón se está desarrollando germoplasma para ambientes de producción adversos, haciendo hincapié en el mejoramiento del triticale para estas condiciones, siendo una alternativa de cultivo para tales regiones. Es aquí donde los triticales del tipo completo presentan superioridad sobre los triticales substituidos, porque presentan los siete cromosomas R del centeno, lo que les confiere las características de mayor rusticidad, vigor y resistencia a las enfermedades y sequía.

Actualmente este cultivo se siembra en alrededor de 1'700,000 hectáreas a nivel mundial (Skovmand *et al.*, 1984) y en México se siembran

aproximadamente 5000 ha, siendo el Estado de Michoacán donde el cultivo del triticale ha tenido mayor aceptación. En los Estados de Coahuila y Chihuahua se siembran 600 ha aproximadamente de este cultivo. Por sus características y versatilidad, el triticale resulta ser una alternativa más, ya que puede ser utilizado como grano o bien como forraje. Su adopción como cultivo potencial ha dado lugar a la liberación de variedades comerciales en diversos países del mundo. En México el triticale es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos como son los predominantes del norte del país. Lo rústico de este cereal lo hace superior a otros en estas condiciones, produciendo mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales:

Los dos tipos de triticale, substituidos y completos, presentan variabilidad para diferentes características agronómicas bajo condiciones de riego y temporal.

En la mayoría de los programas de mejoramiento de los diversos cultivos, se pone especial atención a la selección de genotipos de alto rendimiento, que además posean la capacidad de expresar ese potencial en un gran número de los ambientes donde sea factible su explotación.

El triticale es un cultivo que gradualmente va siendo adoptado por los productores del norte de México, es muy importante la estabilidad del

rendimiento, ya que como ocurre con otros cultivos en nuestro país, es necesario desarrollar variedades de amplia adaptación en virtud de la carencia de suficientes recursos para formar variedades para cada región específica.

En el área de influencia de la UAAAN existen diversas condiciones agroclimáticas a través de las diferentes regiones que afectan en gran medida el rendimiento de los cultivos. Dependiendo de la estabilidad intrínseca que posea cada variedad será su comportamiento.

Asimismo y tomando en consideración la existencia de dos tipos principales de triticales, es fundamental obtener la información del comportamiento de los tipos completos y substituidos en diferentes ambientes; para normar las estrategias de selección en material segregante de estos genotipos, que aseguren en lo posible la obtención de nuevas variedades con rendimientos altos y estables en el área geográfica ya mencionada.

### **Objetivos**

- Estimar la interacción genético-ambiental y el grado de estabilidad de cada línea de triticales bajo las condiciones del norte de México.
- Identificar las líneas de triticales que presenten alto rendimiento de grano y mayor grado de estabilidad en diferentes ambientes.

## **Hipótesis**

Los triticales de tipo completo muestran mayor rendimiento y estabilidad que el trigo harinero, bajo la mayoría de las condiciones ambientales del norte de México.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades

Los investigadores, además de mejorar los cultivos por los medios tradicionales como son la hibridación y selección, promueven la producción de cruzamientos interespecíficos e intergenéricos y la utilización de mutaciones. Estas técnicas contribuyen a aumentar la variabilidad genética para poderla utilizar por medio de los métodos de selección y así obtener nuevas variedades e híbridos con un mayor rango de adaptación a las diferentes zonas ecológicas. Los nuevos materiales generados, deberán tener una mayor eficiencia fisiológica que les permita minimizar el efecto ambiental, tolerar las condiciones adversas y ser resistentes a enfermedades, además de contar con un alto potencial de rendimiento para así obtener de ellos una mayor producción en el menor tiempo posible y con el mínimo esfuerzo y costo.

El triticale (*X. tritico-secale* Wittmack) es un ejemplo de lo anterior, ya que es un híbrido formado al cruzar dos especies representadas por los géneros *Triticum* y *Secale* que corresponden respectivamente a trigo y centeno.

Este cruzamiento se originó en forma espontánea pero no produjo descendencia, y fue hasta 1870 que el triticale despertó la curiosidad de los

fitogenetistas como una rareza botánica, más no como cultivo comercial. La transformación del triticales en un cultivo comercial se logró gracias a los esfuerzos de muchas personas que creían que valía la pena sus características poco comunes. En los últimos 20 años el triticales se está proyectando como un cultivo de alto valor comercial, ya que durante los últimos años se ha logrado eliminar muchas deficiencias de las que adolecía el cultivo a través de mejoramiento básico. Muchos investigadores han estado trabajando en conjuntar en los triticales mejorados, las características relacionadas con el tipo de planta, calidad de grano, adaptación, rusticidad, vigor y resistencia a las enfermedades, y así tener un triticales con las cualidades de producción y calidad del trigo y la rusticidad, vigor y resistencia a enfermedades del centeno, iniciándose en los últimos 20 años la producción a escala comercial (Skovmand *et al.*, 1984). Actualmente el triticales es una alternativa para la producción de forraje en época de invierno, ya que son pocos los cultivos explotados en esta época del año y compite con el trigo harinero en rendimiento, en regiones productoras, con problemas de enfermedades, sequía, bajas temperaturas invernales, acidez y baja fertilidad del suelo, ya que el triticales muestra una mejor adaptación y produce rendimientos superiores al trigo.

El problema para el aprovechamiento comercial del triticales fueron inicialmente sus características agronómicas indeseables tales como baja fertilidad, bajo rendimiento, altura excesiva y grano arrugado. El primer adelanto en la producción de triticales se logró en 1937 con el descubrimiento de la

colchicina, alcaloide venenoso derivado del azafrán de otoño (*Colchicum autumnale*). El tratamiento con colchicina puede inducir la duplicación del número de cromosomas de las plantas y de este modo se superó la barrera de la esterilidad (Varughese *et al.*, 1987).

La segunda contribución importante a la producción de triticales fue en el decenio de 1940, cuando se desarrollaron las técnicas de cultivo de embriones. Se retiraban los embriones de los endospermos anormales antes de que abortaran y se trasplantaban a un medio de cultivo con nutrientes. Esta técnica tiene especial importancia en la producción de triticales hexaploides (42 cromosomas) a partir de cruzamientos de trigo duro (*Triticum turgidum* Var. *durum*) X centeno (*Secale cereale*).

Dado el alto grado de incompatibilidad de cruzamiento, los embriones obtenidos en esos cruzamientos deben pasar inevitablemente por el cultivo de embriones y después las plántulas reciben el tratamiento con colchicina. En contraste, las semillas haploides  $F_1$  de los cruzamientos de trigo harinero (*Triticum aestivum*) x centeno, se pueden sembrar directamente sin rescate de embriones, luego se les administra el tratamiento con colchicina que no siempre duplica los cromosomas y con frecuencia mata las plántulas. Después de este tratamiento la recuperación de plántulas duplicadas es comúnmente inferior al 40 por ciento. De 1972 a 1985 se realizaron en el CIMMYT 2400 cruzamientos para producir 700 triticales primarios hexaploides completos (AABBRR) y 1700

cruzamientos octaploides, recuperándose sólo 400 triticales octaploides primarios completos (AABBDDRR), obteniéndose menos del 30 por ciento de las combinaciones deseadas.

En los triticales primarios completos se comenzaron a eliminar las características indeseables, pasando éstos a ser triticales secundarios completos hexaploides (42 cromosomas), híbrido del trigo duro tetraploide x centeno diploide, presentando cualidades genéticas superiores a los octaploides (56 cromosomas), que son híbridos del trigo harinero hexaploide x centeno. Al poco tiempo de iniciados los trabajos de mejoramiento en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), sucedió una cruzada espontánea al descubrir que una línea de triticales se había cruzado con una F<sub>1</sub> de trigo harinero semienano, descubriendo que en esa línea, bautizada como Armadillo, el cromosoma 2D de trigo harinero sustituyó al cromosoma 2R del centeno, naciendo así los triticales substituidos, llamándolos así porque un cromosoma del genoma del trigo harinero sustituye a un cromosoma del genoma del centeno (AABBRD) y los triticales que tienen los siete cromosomas R se denominan del tipo completo.

Los mejoradores desarrollaron así germoplasma de amplia adaptación, con buena fertilidad, mejores pesos hectolitricos y rendimiento de grano, además de insensibilidad al fotoperíodo, enanismo, precocidad y una buena calidad nutricional. Esto requirió de la cooperación, intercambio de materiales y

datos relacionados con el mejoramiento entre investigadores, universitarios e instituciones públicas dedicadas a la investigación.

A nivel mundial se han liberado 67 variedades de las cuales 36 son del tipo substituidos y 19 del tipo completo (Varughese *et al.*, 1986).

### **Triticales Completos y Substituidos**

Gustafson y Zillinsky (1973) mencionan generalidades sobre la formación de líneas completas y substituidas de triticales; explicando que de las líneas con uno a varios pares de cromosomas del centeno se obtiene una descendencia de genotipos con caracteres de importancia agronómica, como rendimiento, resistencia a enfermedades, insensibilidad al fotoperíodo y resistencia al acame, ya que las síntesis de líneas con genomioms mezclados producen nuevas combinaciones de cromosomas con un alto potencial agronómico.

Gustafson y Zillinsky (1973) encontraron que la línea Armadillo posee al menos un cromosoma D (2D) y posiblemente un segundo (5D) de trigo substituyendo a cromosomas R del centeno.

Rajaram *et al.* (1984) mencionan que las cruas de trigo hexaploide por triticales pueden también ser valiosos en el mejoramiento de trigo, concluyendo

que muchos de los mejores trigos nuevos, por ejemplo, las líneas VEERY "S" procedentes del Programa de Mejoramiento del CIMMYT, poseen una traslocación en el brazo corto del cromosoma 1B dando como resultado un mejor potencial de rendimiento y con una muy amplia adaptación.

La realización de cruzas de triticales primarios hexaploides, se hacen para mejorar sus características. Se realizan cruzas con triticales octaploides con trigos hexaploides, y al híbrido resultante se le llama triticales secundario.

### **Síntesis de Triticales Secundarios**

Existen diferentes maneras de sintetizar triticales secundarios.

#### **1º Triticales Hexaploides por Triticales Hexaploides**

Este tipo de cruce de dos triticales hexaploides para obtener un híbrido secundario hexaploide fue realizada por Qualset *et al.* (1976) encontrando que aparecieron un gran número de nuevas combinaciones, al realizar las cruzas con genotipos antiguos de 42 cromosomas.

#### **2º Triticales Hexaploides por Triticales Octaploides**

Este cruzamiento también es otra forma de sintetizar triticales secundarios. En esta cruce de un triticales hexaploide por un octaploide se forma un híbrido, el cual se retrocruza a triticales hexaploide; este método fue

usado por Pissarev (1966) para ampliar la base genética de los triticales; este método permite que los genomios comunes se apareen y recombinen, permitiendo que los cromosomas no apareados se apareen con sus homólogos, siendo este el inicio en el cual los cromosomas, tanto del trigo harinero, trigo duro y del centeno de los dos genotipos se reúnen en la misma célula al mismo tiempo y tienen la oportunidad de recombinarse.

Los triticales hexaploides son superiores agronómicamente, pero con menor calidad de grano que los octaploides. Esta menor calidad puede ser debido a la ausencia de los cromosomas del genomio D del trigo hexaploide, esto se puede superar al conjuntar las mejores características agronómicas o de perfeccionar alguna de ellas para tener reunidas las características deseadas y así cubrir una necesidad regional. Todo programa de mejoramiento está enfocado a la meta final que es el rendimiento, reuniendo esta cualidad en una línea. El siguiente paso es el corregir algunas deficiencias como pueden ser: resistencia a enfermedades, tolerancia a sequía, a nemátodos, y a plagas y virus.

Esquema para la síntesis de un triticales secundario en el cual se observa que el cromosoma R de centeno ha sido substituido por el cromosoma D del trigo.

### 3° Trigo Hexaploide por Triticale Hexaploide

Esta es otra de las maneras de obtener triticales secundarios, cruzando trigo hexaploide por un triticales hexaploide, seguido de autofecundaciones o retrocruzamientos con el triticales hexaploide teniendo al triticales como progenitor masculino y así tener el citoplasma del trigo hexaploide. La línea Armadillo es el caso más común de la cruce espontánea de un triticales hexaploide por un trigo hexaploide; en este triticales se descubrió la sustitución del cromosoma 2R del centeno por el cromosoma 2D del trigo. Las cruces de trigo hexaploide por triticales han sido utilizadas también en el mejoramiento de trigo.

Progenitor Triticales hexaploide AA BB RR 2n= 6X= 42	X	Progenitor Trigo harinero AA BB DD
Gametos aportados	ABR	ABD
	AA BB RD Triticales hexaploide Secundario 2n= 6X= 42	

### 4° Triticales Hexaploide F<sub>1</sub> por Trigo Harinero F<sub>1</sub>

Este tipo de cruce es utilizada para ampliar la base genética e incrementar la variación. Actualmente se seleccionan los mejores trigos y centenos para formar híbridos sobresalientes. Qualset *et al.* (1976) concluye que el proceso de cruzamiento de trigo por centeno seguido de la duplicación de cromosomas por medio de la colchicina, causa homocigosis en todos los

loci, permitiendo la expresión fenotípica de todos los genes favorables y desfavorables, concluyendo que se deben de utilizar centenos altamente endogámicos para disminuir en la descendencia los genes desfavorables.

Gustafson y Zillinsky (1973) encontraron que en la línea Armadillo, su composición genética incluye el cromosoma (5D), estos cromosomas sustituyeron a los cromosomas del centeno.

Gregory (1974) estudió 32 líneas de triticales de los programas de Cambridge y CIMMYT; de la cruce con trigo de la variedad chinese spring, estudiando la meiosis de los híbridos de la  $F_1$ , obtuvieron un exceso de bivalentes superior a los 14 esperados, indicando el número de cromosomas D substituidos. Del total de líneas substituidas sólo dos presentaron el genomio completo del centeno. De las 30 líneas restantes, sólo la línea M<sub>5</sub> llevaba dos pares de cromosomas D y las otras 29 líneas llevaban un par simple de cromosomas. Caso común el de las líneas de trigo VEERY "S" desarrolladas por CIMMYT, las cuales poseen el brazo corto del cromosoma 1R que reemplaza el brazo corto del cromosoma 1B, incorporando a las mencionadas líneas una amplia adaptación derivada de la sustitución del cromosoma 1B del trigo por el cromosoma 1R del triticales (Rajaram *et al.*, 1984).

## **Rendimiento y Adaptación de Triticales Completos y Substituidos**

Kiss (1966) reportó que los mejores triticales de primavera han sido derivados de las cruzas de hexaploides por octaploides. Skovmand *et al.* (1984b) realizó cruzas de octaploides con la línea Armadillo hexaploide obteniendo de esta crusa la línea M2A (Maya 2-Armadillo) de la cual se seleccionó la línea Mapache, un triticales substituido que se liberó con el nombre de Cananea 79.

Asimismo, Zillinsky y Borlaug (1971) reportaron que la línea Armadillo contaba con un alto nivel de fertilidad, alto peso hectolítrico, aceptable peso de grano, buen rendimiento, insensibilidad al fotoperíodo, porte bajo, precocidad y con una alta calidad nutritiva. Concluyen que el triticales al no tener una selección natural a través de muchas generaciones para su evolución, necesita compensar esa evolución natural, por lo cual es necesario establecer poblaciones para aumentar su diversidad genética.

Ozmanzai *et al.* (1984) reportaron el comportamiento de seis triticales de alto rendimiento del tipo completo y substituido en Sonora 1983-84, sin limitaciones de humedad y fertilizante. Los resultados obtenidos de los análisis combinados mostraron que los triticales completos produjeron valores significativamente mayores para fitomasa, rendimiento de grano, peso y número de granos por espiga que los triticales substituidos. Con el tratamiento

de estrés de agua se vio reducida la fitomasa, rendimiento de grano y peso de éste, así como también el número de espiguillas por espiga. Los triticales completos como grupo, produjeron satisfactoriamente la más alta fitomasa, rendimiento de grano y peso del mismo, que los triticales del tipo substituidos, en ambos regímenes de humedad. Estos datos indicaron que los triticales completos en condiciones de estrés de agua poseen más alto potencial de rendimiento que los triticales del tipo substituido.

Skovmand *et al.* (1984a) afirman que existen diferencias significativas entre los tipos de triticales completos y substituidos, dado que en un estudio sobre características agronómicas y la calidad de los triticales hexaploides de primavera, se encontró que el rendimiento promedio y peso hectolítrico fue iguales: pero los patrones de adaptación para algunas características fueron diferentes; así, los del tipo substituido tienden a ser más bajos y precoces que los del tipo completo, y asimismo presentaron un nivel más alto de proteínas y gluten. Los completos presentaron mayor rendimiento de harina, grano más duro y una mayor altura.

Martínez (1985) reportó que en un ensayo de líneas avanzadas de triticales en Navidad, N.L., incluyendo tipos completos y substituidos, bajo condiciones de temporal durante el verano de 1984, destacaron los testigos del tipo completo, Juanillo 97, cuyo rendimiento fue de 2506 kg/ha y Mula "S", con un rendimiento de 2409 kg/ha y DRIRA-IRA X PND "S" con 2236 kg/ha.

Lozano (1980) en un vivero de 608 líneas seleccionadas en Navidad, N.L. bajo condiciones de riego limitado, encontró que los triticales de tipo completo alcanzaron un promedio de rendimiento de 4079 kg/ha, superando a los substituidos en 687 kg/ha; para otras características de importancia agronómica, como peso de 1000 granos, los triticales del tipo completo también fueron superiores de siete a 22 por ciento en comparación a los del tipo substituido. En cuanto a duración del ciclo vegetativo, ambos tuvieron un comportamiento semejante.

En estudios hechos sobre algunos componentes de rendimiento, específicamente para peso hectolítrico, el CIMMYT en 1985, realizó análisis de cruza de triticales del tipo completo por completo, completo por substituido y substituido por substituido en poblaciones masales  $F_2$  establecidas en Toluca, Estado de México, y reportó que en las pruebas de éstas solamente la cruz del tipo completo por substituido fue significativamente diferente a los otros tipos, siendo iguales los tipos de cruza completo por completo y substituido por substituido, obteniendo valores medios de peso hectolítrico para la cruz de completo por completo de 65.02; completo por substituido 61.50, y substituido por substituido de 65.29; datos obtenidos de diferentes tamaños de muestra de la población con 139, 183 y 373 líneas respectivamente.

## **Interacción Genotipo Ambiente**

La estabilidad de rendimiento se ha definido por lo general como la aptitud de un genotipo para evitar fluctuaciones sustanciales en su rendimiento sobre un rango de ambientes, siendo un objetivo difícil de lograr.

Falconer (1960) define el concepto de interacción genotipo-ambiente como un punto de partida de los efectos significantes lineales e independientes genotípico y ambiental, asumiendo que cada factor contribuye a un efecto del genotipo.

Según Bradshaw (1965) plasticidad es la expresión del genotipo que es alterada por influencias ambientales y sugiere que la plasticidad morfológica y fisiológica están estrechamente relacionadas. La estabilidad de comportamiento desde el punto de vista de los mejoradores, puede deberse a la estabilidad intrínseca de la especie y a la plasticidad de los componentes del rendimiento final.

Por lo general los mecanismos de estabilidad pueden agruparse en cuatro categorías: heterogeneidad genética; compensación entre componentes de rendimiento; tolerancia a sequía; capacidad de recuperación de estrés.

Webster (1972) define que la tolerancia a los suelos problemáticos y la resistencia a las enfermedades y plagas, son ejemplos de tolerancia a estrés que aumentan la estabilidad.

Márquez (1974) nos dice que la interacción genotipo x ambiente no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes, por lo que define a la estabilidad como una condición intrínseca (genética) de los individuos de una población homogénea determinada, por la constitución genética de los individuos que la integran y su interacción entre éstos.

Investigaciones realizadas con arroz, indicaron que donde existen problemas de sequía periódica, ambos, la resistencia a sequía y la capacidad para recuperarse de la misma, son necesarios para la estabilidad de rendimiento (Internacional Rice Research Institute (IRRI), 1977). El efecto de un estrés particular puede depender del genotipo y la etapa de crecimiento de la planta.

Hasta ahora se han desarrollado varios procedimientos estadísticos para medir la adaptabilidad; todos los métodos intentan analizar el grado de respuesta diferencial de los genotipos a diversos ambientes o, en otras palabras, la interacción entre éstos. Estos métodos se pueden clasificar principalmente en tres grupos:

## **Análisis de Regresión**

Este fue propuesto por primera vez por Yates y Cochran (1938); más tarde fue ampliado por Finlay y Wilkinson (1963). Ellos usaron el principio de regresión logarítmica lineal del rendimiento varietal contra el rendimiento promedio por localidad. La pendiente de regresión varietal fue el criterio de la estabilidad del comportamiento en diversos ambientes.

Eberhart y Russell (1966) refinaron este procedimiento proponiendo un modelo de regresión donde el cuadrado medio de la desviación de regresión del rendimiento varietal sobre el rendimiento promedio por localidad (índice ambiental), se puede utilizar como el índice de estabilidad, siempre y cuando en las regresiones se utilicen datos de las repeticiones en lugar de los promedios varietales. En este caso, el índice de estabilidad es una medida de la misma estabilidad espacial, puesto que mide la desviación de las repeticiones en forma individual de las líneas de regresión; esta técnica presenta la partición de la interacción genética ambiental de cada genotipo en dos partes:

- a. La porción de la interacción genético-ambiental debida a la respuesta del comportamiento del genotipo en ambientes de distintos niveles de productividad.

- b. La porción debida a las desviaciones de regresión, la cual no es explicada.

Hill (1975) sugirió que la principal ventaja de estudiar las técnicas de regresión en la interacción genético-ambiental es la capacidad de reducir interacciones complejas en una serie ordenada de respuestas lineales. Campbell y Lafever (1980) mencionaron que las técnicas de regresión son útiles en caracterizar genotipos con respecto a sus rangos de adaptación y en identificar cualesquier comportamiento poco común en localidades específicas.

Otro de los parámetros utilizados para medir la respuesta de las variedades es el coeficientes de determinación ( $r^2$ ). Pinthus (1973) al describir las diferencias genotípicas en rendimiento entre líneas avanzadas y variedades, propuso el uso del coeficiente de determinación el cual indica la proporción de las variaciones en rendimiento que son debidas a la regresión lineal.

### **Análisis de Varianza Combinado**

Plaisted (1960) descubrió un método mediante el cual se puede calcular el grado de dependencia de un material en particular en una serie de ensayos varietales; el método incluye la estimación de la contribución varietal en la interacción variedad por localidad en su análisis combinado de varianza

(ANVA) de todas las localidades. Amézquita y Muñoz (1979) usaron este método en el Centro de Investigación en Agricultura Tropical; en el mismo, cada variedad se somete secuencialmente al ANVA combinado y se obtiene un estimativo de la contribución varietal a la interacción variedad por localidad (CI), al CI de cada variedad se aplica una prueba de significancia utilizando la de F. La contribución varietal a la interacción será una medida del grado de dependencia de cada material con relación al grupo.

Wricke (1962) propuso un análisis donde la contribución de un genotipo a la suma de cuadrados de la interacción en un análisis de varianza de doble entrada (genotipos y ambientes) se usa como un indicador de su estabilidad. El método consiste en asignar un índice a cada genotipo en base a sus desviaciones de regresión de la unidad; además, estima y define a la descomposición de la interacción genotipo-ambiente como "ecovalencia" (parámetros que miden la estabilidad) y determina que los genotipos que contribuyeron más a la suma de cuadrados GE presentan mayor interacción, por lo que serán menos estables.

Shukla (1972) menciona que la naturaleza de las interacciones genotipo-ambiente y la consistencia de la formación de variedades fueron investigadas usando la varianza de estabilidad, siendo ésta la esperanza de un mejor entendimiento de las interacciones genotipo x ambiente en oleaginosas, reportando así sus objetivos, los cuales fueron:

- a. Estimar las diferentes varianzas de la interacción genotipo-ambiente.
- b. Determinar los efectos de interacción genotipo ambiente sobre el error estándar de variedades de oleaginosas.

Kambal y Mahmoud (1978) en sus trabajos con sorgo observaron que la interacción variedad por año fue pequeña y no significativa, mientras que las de variedad por localidad y variedad por localidad por año lo fueron altamente significativas; con evidencias presentadas sugirieron que los años de prueba pueden reducirse incrementándose las localidades.

Faris *et al.* (1981) en estudios con 10 selecciones de sorgo forrajero encontraron interacciones genéticas ambientales altamente significativas; sin embargo, observaron variación lineal, utilizando datos transformados a escala logarítmica, dando éstos un mejor ajuste a las líneas de regresión. Los resultados indicaron una mejor interpretación de datos al ser transformados a la mencionada escala; concluyeron que los parámetros de estabilidad deben tomarse en cuenta en la selección de cultivares de alto rendimiento.

Tai *et al.* (1982) estimaron la interacción cultivar por ambiente y evaluaron los cultivares por su estabilidad fenotípica por medio del coeficiente de regresión ( $b$ ) y el cuadrado medio de las desviaciones de regresión ( $S^2d$ ). Las estimaciones de los componentes de varianza para cultivares, cultivares

por localidad y cultivares por año, fueron significativamente diferentes a cero. El análisis de regresión demostró diferencias significativas en estabilidad entre cultivares.

Las interacciones genotipo-ambiente en un análisis de varianza pueden ser causadas por un gran número de razones: a) las diferencias entre las varianzas ambientales para cada genotipo; b) diferencias en el manejo de los ambientes para cada genotipo. Empleando un análisis multivariado adicional, los grupos pueden ser formados de acuerdo al valor medio y varianzas usadas simultáneamente para decidir la homogeneidad de un grupo (Lefkovitch, 1985).

Lin *et al.* (1986) mencionan que un incremento en los rendimientos concierne con la capacidad homeostática de los organismos estimulada por los fitomejoradores que ven la necesidad de desarrollar genotipos que amortiguen las condiciones ambientales, por lo que aclaran la aparente confusión presente en la diversidad de estadísticos que miden la estabilidad y la relación de éstos con el agrupamiento de genotipos que tienen una respuesta similar a los ambientes y donde estos grupos muestran tres conceptos de estabilidad de genotipos relacionados, los cuales son: a. cuando la varianza a través de ambientes es pequeña, un genotipo se considera estable; b. si la respuesta a los ambientes es paralela a la media de respuesta de todos los genotipos en el experimento; c. si el cuadrado medio del error del modelo de regresión sobre el índice ambiental es pequeño.

## Interacción Genotipo-Ambiente y Estabilidad de Rendimiento en Cereales

Johnson *et al.* (1968) mencionan que la adaptación general de 12 trigos duros de invierno (*Triticum aestivum* L.) fue estudiada a través de un análisis de regresión, donde los coeficientes de regresión lineal fueron computarizados sobre el rendimiento de cada genotipo, así como la producción media de cada ambiente en cada año, permitiendo el anterior análisis predecir el comportamiento de los genotipos sobre un rango de ambientes.

Baker (1938) menciona que los análisis de regresión son adecuados solamente si una gran porción de la variación de la suma de cuadrados de la interacción genotipo-ambiente es atribuible a la heterogeneidad entre regresiones.

Kaltsikes (1971) reporta que tres cultivares de trigo común (*Triticum aestivum* L.) y uno de triticales (*X. triticosecale* Wittmack) fueron estudiados por su habilidad de consistencia en rendimiento sobre un rango de ambientes, considerando esta habilidad como una medida de la contribución de los cultivares a la interacción de la suma de cuadrados, reportándose a la variedad Rosner de triticales como menos estable que las de trigo común. Sin embargo, en un segundo experimento con cinco genotipos de triticales probados durante dos años en cinco localidades, sólo la interacción genotipo por ambiente por año fue significativa.

Varias alternativas estadísticas se aprovechan para analizar la interacción genotipo-ambiente determinada en un experimento de trigo, el cual fue diseñado para probar la habilidad de estos análisis que satisfactoriamente describen la contribución significativa donde el ambiente sólo difiere en el factor estatus nitrógeno del suelo: donde el efecto general de la aplicación de nitrógeno sobre componentes de rendimiento fue un incremento en el número de espigas, número de grano/espiga y un descenso en peso de grano permaneciendo constante la segunda variable mencionada (Easton y Clements, 1973).

Bhatt y Dérera (1975) desarrollaron un experimento en el cual establecieron tres grupos de trigo duro de primavera (*Triticum durum* L.), comparándolos con variedades comerciales y líneas mejoradas, las cuales fueron estudiadas en seis ambientes diferentes, para determinar las interacciones genotipo-ambiente y heredabilidad y correlaciones entre nueve factores de calidad encontrando diferencia significativa para todas las características en estudio.

Brennan y Byth (1979) al evaluar el rendimiento de genotipos de trigo en Queensland, Australia, detectaron varianza en la interacción genotipo-ambiente, reportando que la utilidad de un modelo lineal explica que esta interacción fue examinada en 100 genotipos diferentes de trigo establecidos en 12 ambientes de prueba, incluyendo cuatro localidades y tres años y

mencionan que menos del 40 por ciento de la interacción se encontró en el modelo lineal que proporciona una indicación general de la respuesta de los genotipos en los diferentes ambientes.

Ghaderi *et al.* (1980) experimentaron con 41 genotipos (siete variedades y 34 líneas mejoradas) de trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.) los cuales fueron sembrados en ocho ambientes durante dos años. Los datos de rendimiento fueron usados en grupos, de acuerdo a sus efectos similares de interacción genotipo-ambiente a través de un análisis multivariado. Los resultados indicaron que la cancelación de un ambiente del análisis de varianza resultó en un grupo donde la interacción genotipo-ambiente no fue significativa, siendo empleado tal análisis en la selección de sitios de prueba para generaciones tempranas y el desarrollo de genotipos con amplia y específica adaptabilidad, calculándose para cada genotipo los parámetros de estabilidad entre los que se encuentran la media, coeficiente de regresión y desviaciones de regresión.

Lozano (1980) en una evaluación de germoplasma de triticales en ensayos que incluyeron trigos harineros y duros como testigos, encontró que en general del 62.5 al 71.1 por ciento de las variedades rindieron más que los mejores trigos testigos. Probando diferentes parámetros para determinar la estabilidad de rendimiento en triticales, llegó a la conclusión de que la media de rendimiento y el coeficiente de regresión son los parámetros más importantes

en un programa de selección y señala que estos dos parámetros por su alta repetibilidad y su estrecha asociación probablemente están gobernados por el mismo sistema genético.

Atale y Joshi (1981) al comparar un total de 30 variedades de triticales con tres genotipos de *Triticum aestivum* y cinco de *Triticum durum* en 12 ambientes involucraron varias combinaciones de sitio, tales como: aplicación de fertilizante, riego y fecha de siembra, donde el análisis de varianza de cada ensayo en base a los datos, revela que en general, las interacciones genotipo-ambiente fueron más significativas en los triticales que en trigos.

De estos ensayos se evaluó el componente peso de 1000 granos que se comportó más estable que el número de espigas/planta. Los triticales demostraron tener mejor capacidad de potencial de retención de la humedad del suelo bajo condiciones desfavorables que los trigos, mientras que los triticales fueron en general más eficientes al aprovechar el potencial del suelo, siendo las variedades de triticales las que más ampliamente se adaptaron.

Camacho (1981) evaluó en seis localidades del Norte de México un grupo de 39 genotipos de trigo (ocho mezclas, 25 líneas puras y seis testigos), para estimar los parámetros de estabilidad varietal por medio del método de Eberhart y Russell (1966). Los resultados indicaron que las mezclas y sus componentes respondieron igual a los cambios ambientales y que la

predictibilidad de una mezcla fue semejante a la de sus componentes. En general observó que las mezclas más rendidoras estuvieron compuestas por las líneas que también presentaban altos rendimientos.

De Paw *et al.* (1981) evaluó durante cuatro años en cinco localidades del noroeste de Canadá, tres genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.), avena (*Avena sativa* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), los cuales tuvieron altas diferencias significativas entre los efectos medios y las interacciones.

La interacción genotipo-ambiente de especies y genotipos fue bastante complicada, a tal grado que no pudo estimarse ninguno de los estadísticos (estabilidad de varianzas o coeficientes de regresión). Sin embargo, la variabilidad en un período libre de heladas entre años y localidades contribuyó a la interacción genotipo-ambiente, porque algunos genotipos rindieron bien. Un ejemplo de ello lo fue Pitic 62, sólo en aquellos ambientes con un período relativamente libre de heladas, mientras que otras con maduración precoz (Olli), se desarrollaron bien en un ambiente con un período corto de heladas.

Borojevic y Williams (1982) reportan que las interacciones genotipo x ambiente que caracterizan la fuente de los parámetros y los efectos sobre el rendimiento de grano de tres genotipos diferentes de trigo (*Triticum aestivum*). Sava, Bezostaia y Bankut, fueron estudiados durante un período de más de 15 años donde los cuadrados medios del número de espigas/m<sup>2</sup>, debido a la

interacción genotipo x año fue mayor que el cuadrado medio de años o genotipos en forma individual, señalando que la variedad Bezostaia demostró mayor estabilidad en rendimiento, pero Sava dio los más altos rendimientos en todos los años.

Chabi *et al.* (1982) al analizar 14 líneas de triticales señalan que los efectos genotípico, ambiental y genotipo x ambiente, fueron altamente significativos para los caracteres de rendimiento, número de granos/espiga, peso de granos, altura de planta y contenido de proteína, determinando que el rango de rendimiento fue de 389 a 4375 kg/ha, siendo las líneas más estables y productivas AM 3694 y OK 77803.

Carver *et al.* (1987) condujeron un estudio para comparar las respuestas de rendimiento de un híbrido y líneas puras a través de un rango de ambientes, donde se aplicó una regresión y un análisis multivariado para obtener datos de cuatro ensayos de trigo de invierno, donde tuvieron diferente respuesta, la cual fue correlacionada, reflejándose diferencia significativa en la interacción genotipo-ambiente.

Sharma *et al.* (1987) señalan que las interacciones genotipo-ambiente son de mayor importancia para los investigadores que desarrollan cultivares mejorados, donde su objetivo es establecer genotipos en un amplio rango de ambientes y detectar la presencia de interacciones que reducen la correlación

entre el fenotipo y genotipo, lo cual hace más difícil juzgar el potencial genético de un genotipo.

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

El Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988) reporta que un análisis de una variedad que muestra una pendiente estadísticamente igual a 1, se clasifica como estable en el análisis global. Además señalan que al examinar la posición de las desviaciones de la regresión, resulta que las desviaciones más grandes se relacionan con las variedades que presentan un rendimiento alto (que se considera deseable y señal de una buena adaptación), mientras que las desviaciones a favor de un rendimiento bajo la determinan como no deseable y con adaptación deficiente.

Zamora (1990) analizó los rendimientos de grano de siete genotipos de triticale en ocho ambientes diferentes, comparando 17 estadísticos de

estabilidad los cuales fueron la media, media ponderada, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, ecovalencia de Wricke (1962), varianza de estabilidad de Shukla (1972), media de la varianza genético-ambiental de Plaisted y Peterson (1959), componente de la varianza de Plaisted (1960), coeficiente de determinación de Pinthus (1973), coeficiente de regresión y desviaciones de regresión de Eberhart y Russell (1966), coeficiente de regresión y desviaciones de regresión de Perkins y Jinks (1968), rangos de Langer *et al.* (1978) y una desviación de ponderación propuesta en este estudio, encontrando que la media no se correlacionó con ningún parámetro de estabilidad excepto con la media ponderada; el procedimiento de Eberhart y Rusell (1966) fue el más eficiente en la calificación de los genotipos.

### **Correlaciones Fenotípicas y Genotípicas**

Goldemberg (1968) menciona que la correlación entre distintos caracteres constituye un camino para ahorrarse esfuerzo y tiempo en la selección de genotipos superiores.

La existencia de correlaciones negativas en algunas circunstancias determina el malogramiento de esfuerzos, el conocimiento previo ayuda a la elección de procedimientos genéticos o métodos para prevenirla.

La correlación pone de manifiesto a genetistas y mejoradores la importancia que tiene el mejoramiento de plantas, sobre todo cuando la especie a mejorar ha alcanzado un nivel alto de perfeccionamiento.

Goldemberg (1968) señala que es útil la estimación de la correlación genética al pretender practicar la selección directa entre varios caracteres componentes: las distintas interrelaciones entre dichos caracteres no indican la causa por la que alguno de ellos manifiesta el fenómeno de correlación genética, ya sea por efecto pleiotrópico de los genes o por ligamiento.

Robinson *et al.* (1951) exponen que la mayoría de las características de importancia económica como el rendimiento son complejas en herencia y podrían involucrar algunos caracteres relacionados, por ello el grado de correlación genotípica y fenotípica de los caracteres es también importante.

Menciona, además que estas correlaciones no son sólo de interés desde una consideración teórica de la herencia cuantitativa de los caracteres, sino desde el punto de vista práctico, ya que la selección es usualmente concerniente en el cambio de dos o más caracteres simultáneamente, y un mejorador experimentado tiene ciertas características deseables en su mente cuando selecciona para genotipos particulares y de esta manera aplica varios criterios para diferentes características que le permiten tomar decisiones.

Romero (1985) evaluó siete líneas completas y seis líneas substituidas de triticale más un trigo testigo en tres ambientes; en el primer ambiente, bajo condiciones de riego, encontró correlación negativa y significativa entre el rendimiento y longitud de espiga y rendimiento y área de hoja bandera en líneas completas. no existiendo tales correlaciones en líneas substituidas. En la otra localidad bajo riego, también encontró correlación negativa y significativa entre rendimiento y área de hoja bandera en líneas completas En la localidad bajo condiciones de temporal, reportó correlaciones positivas y significativas entre rendimiento y peso de 1000 granos.

También reporta que el número de granos por espiga en los cereales es un componente importante de rendimiento y sus resultados en comparación de medias en las tres localidades mostraron un comportamiento consistente para este carácter, observando diferencias significativas entre genotipos.

Encontró también que las variables grano por espiga, peso de 1000 granos, longitud de espiga, peso hectolítrico, altura de planta, área foliar, días a espigamiento, días a madurez y espiguillas por espiga, parecen ser las características estables, mientras que rendimiento y espigas por metro cuadrado parecen ser inestables.

La interacción tratamiento por localidad para los caracteres rendimiento, espiguillas por espiga y área de hoja bandera, mostraron que no

son afectados significativamente a causa de las variaciones en las condiciones ambientales de las diferentes localidades. En cambio, los componentes de rendimiento (peso de 1000 granos y granos por espiga), si presentan diferencias significativas debido posiblemente a un mecanismo compensador que parece funcionar en determinadas condiciones ambientales. El sistema compensador es un mecanismo importante de la estabilidad de los genotipos

Tahir *et al.* (1979) probaron 19 líneas de triticale hexaploide bajo riego y temporal. Sus resultados mostraron una correlación positiva entre altura de planta y peso de 1000 granos, la cual fue significativa bajo riego pero sólo moderadamente positiva bajo condiciones de temporal y entre longitud de espiga y número de granos por espiga.

Asimismo, Sethi *et al.* (1979) analizaron 31 líneas de triticale para rendimiento de grano y otras siete características, demostrando que el más importante componente de rendimiento fue número de espigas por planta.

Martínez (1985) probando dos grupos de 25 genotipos de triticale en condiciones de temporal en la región de Navidad, N.L. encontró correlación positiva y significativa entre rendimiento y días a floración, y rendimiento y peso de 1000 granos.

Kotel'Nikova (1984) estudiando las correlaciones entre 12 componentes de rendimiento en 40 variedades de triticale encontró que el rendimiento estuvo correlacionado con número de tallos productivos, peso de grano por espiga y número de granos por planta ( $r = 0.45 - 0.97$ ) en 92 a 95 por ciento de las variedades y con longitud de espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos en 63 a 75 por ciento de las variedades. La altura estuvo correlacionada con peso de grano por espiga y peso de grano por planta ( $r = 0.47 - 0.87$ ) en la mitad de las variables estudiadas.

Naidu *et al.* (1985) estudiando las correlaciones fenotípicas y genotípicas entre rendimiento de grano por planta y seis características en la F1 y en la F2 de un dialélico parcial utilizando nueve diversos progenitores, encontraron que altura de planta, tallos productivos, granos por espiga y peso de 1000 granos, estuvieron alta y positivamente correlacionados con rendimiento y mostraron la más alta respuesta esperada a la selección para rendimiento.



## **Descripción Geográfica y Climática de las Localidades**

### **Bermejillo, Durango**

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Regional de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Chapingo, ubicada en el municipio de Bermejillo, Durango y su ubicación geográfica se encuentra a los 25°53' latitud norte y a los 103°37' longitud oeste y con una altitud de 1137 msnm.

Su clima se designa BWhW" (e) de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1973) siendo extremoso, caluroso en verano y frío en invierno, en general es semicálido.

### **Abasolo, Coahuila**

En esta localidad el experimento se llevó a cabo en terrenos de un agricultor cooperante, el cual se ubica geográficamente en el centro del Estado de Coahuila a los 27°10' 56" de latitud norte y a los 101°25' longitud oeste, con un altitud de 550 msnm.

Su clima se designa BSOhW" de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, (García, 1973) que corresponde a extremoso, caluroso en verano y frío en invierno y lluvias escasas todo el año con una precipitación media anual de 300-400 mm.

### **Buena Vista, Coahuila**

La investigación se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada geográficamente a los 25°31' latitud norte y 101°01' longitud oeste con una altitud de 1743 msnm.

Su clima se designa BShW (e) que corresponde a condiciones muy áridas y semicálido con lluvias principalmente en verano. precipitación media anual de 424 mm, con una temperatura media anual de 17.1° con fluctuaciones de la temperatura media anual de 11.6°C hasta 21.7°C con cuatro meses de lluvias que son junio, julio, agosto y septiembre.

Los estudios realizados al suelo de esta unidad experimental. lo clasifican como migajón arcilloso de buena profundidad, ligeramente salino y de reacción medianamente alcalina con un pH de 7.1. a 8.1. y extremadamente rico en nitrógeno, con contenidos moderadamente ricos en fósforo y potasio (García, 1973).

### **Múzquiz, Coahuila**

El experimento se realizó en terrenos de un agricultor cooperante, situado geográficamente a los 27°52' latitud norte y a los 101°31' longitud oeste con un altitud de 468 msnm.

En esta zona del norte de Coahuila el clima se designa  $BS_hW^{14}(e)$  que corresponde a muy extremoso; caluroso en verano y frío en invierno, con poca lluvia invernal con un clima semicálido y semiárido, y con una precipitación media anual de 634 mm. La temperatura media anual para esta zona es de  $21.8^{\circ}\text{C}$ , con registros de temperaturas máximas de  $38-42^{\circ}\text{C}$  en los meses de mayo y junio y con temperaturas mínimas de  $1^{\circ}$  a  $-4^{\circ}\text{C}$  en los meses de diciembre y enero.

En los suelos de esta región, existe variación en la textura desde arcillosos y arenosos hasta los francos. Por lo general son planos, profundos, con poca pendiente, García (1973).

### **Navidad, N.L.**

En esta localidad las pruebas se sembraron en el Campo Experimental de Navidad, N.L. de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Este campo se encuentra en el municipio de Galeana, N.L. ubicado geográficamente a los  $25^{\circ}04'$  de latitud norte y a los  $100^{\circ}56'$  longitud oeste, con una altitud de 1895 msnm.

Su clima se designa como  $BSO_hX^1(e)$ , corresponde a muy árido y semicálido, con lluvias en todos los meses, poco frecuentes e intensas en mayo, junio y julio, con clima extremoso, con una topografía con muy poca pendiente.

Su temperatura media anual es de 16-18°C con frecuencia de heladas de 20 a 40 días al año, con una precipitación media anual de 516.2 mm.

Los suelos de esta zona son considerados como de textura media, permeables y ligeramente salinos con un pH 7.5.-7.6 y de una buena profundidad.

### **Material Genético**

En cada una de las seis localidades se utilizaron 14 líneas avanzadas de triticale más una variedad testigo de trigo harinero, dando un total de 15 tratamientos, las cuales se enlistan en el Cuadro 3.2. Estas líneas forman parte del Programa de Mejoramiento de Cereales de Grano Pequeño de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

### **Labores Culturales**

#### **Preparación del Terreno**

El barbecho se realizó con arado de disco a una profundidad de 30 cm, con el fin de voltear el suelo y exponer las plagas y patógenos a la intemperie para minimizarlas e incorporar los residuos de la cosecha anterior.

**Cuadro 3.2. Material genético usado en el experimento.**

Clave	Tipo	Línea o Variedad	Pedigree
AN-TCL-63-87	C	Uron"S"	B-6811-245-3Y-24-3M-04
AN-TCL-76-87	C	Hare263/CIVET"S"	CTM-10189-064Y-0M-OY-4M-3Y-OB
AN-TCL-42-87	C	FARO 15	
AN-TCL-57-87	C	MU"S" "S"/BTA	X-65985-5M-3Y-2M-1Y-4M-1Y-2M-OY
AN-TCL-62-87	C	ARRNEB	B-7914-102-1Y-2Y-2M-OY
AN-TCL-66-87	C	TED"S"/PFT78888	X-566665-OM-OM1-OM1-2M1-OY
AN-TCL-75-87	C	FG"S/BO"S"/BOLKESHIR/3/DRIRA/KGR/JLO	B7057-192-13y-1y-2M-1Y-1M-OY
AN-TCL-1-88	C	BGL"S"/CIN"S"/MUS"S"/3/BGL"S"/3/JLLO"S"	CTM-13801-043Y-OM-OY-1B-OY
AN-TCL-2-88	C	BGL"S"/COQ//IRA/CML"S"/3/EURO"S"	CTM-6978-012Y-026M-OY-1M-2Y-OB
AN-TCL-3-88	C	MERINO"S"/JLO170//TESMO"S"	CTM-16227-OM-OY-OM-OY-OM-21Y-OB
AN-TCL-4-88	C	PANCHE 424/YOGUI"S"	CTM-13832-043Y-OM-OY-17M-2Y-OB
AN-TCL-5-88	C	TAPIR"S"/YOGUI"S"/2*MUS"S"	CTM-15062-019M-023Y-OM-OY-18M-6Y-OB
AN-TCL-6-88	C	IGUANA 4-2	CIT-3013-OY-4M-4Y-500M-2Y-OB
AN-TCL-7-88	C	BTA"S"/YOGUI"S"	CT-3954-0M-OY-8Y-2M-OY
*Trigo Pavón F76		Variedad comercial	

\*Testigo trigo harinero

C Triticales

07392

BANCO DE TESIS

## **Rastreo**

Esta labor se realizó con una rastra de discos dando dos pasos de rastra cruzados para desbaratar los terrones. Lo anterior con la finalidad de proveer a la semilla una cama de siembra uniforme y obtener una germinación homogénea.

## **Siembra**

Esta se llevó a cabo en seco, a mano y a chorrillo, depositando la semilla en el fondo del surco procediendo a taparla, quedando a una profundidad de 3 a 5 cm, iniciando el riego inmediatamente al término de la siembra.

Para establecer la siembra de temporal en Navidad, N.L. se procedió a esperar el período de lluvias en mayo para realizar dicha actividad, siguiendo el procedimiento anteriormente señalado.

## **Fechas de Siembra**

La siembra se llevó a cabo en las fechas óptimas para siembras comerciales, ajustándose a la fecha según la zona donde se estableció el experimento, esta información se concentra en el Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3. Fechas de siembra del experimento en las seis localidades.**

Localidad	Fecha
Múzquiz, Coahuila	10 de diciembre de 1988
Bermejillo, Durango	15 de diciembre de 1988
Abasolo, Coahuila	20 de diciembre de 1988
Buenavista, Coahuila	12 de enero de 1989
Navidad, Nuevo León	18 de enero de 1989
<b>Localidad de temporal</b>	
Navidad, Nuevo León	1 de mayo de 1989

**Densidad de Siembra**

La densidad de siembra utilizada fue de 120 kg/ha en todas las localidades.

**Fertilización**

La fertilización que se utilizó fue la que los agricultores emplean en sus siembras de invierno para el cultivo del trigo que varió según la zona donde se realizó el experimento. En el Cuadro 3.4 aparecen las fórmulas de fertilización empleadas para cada localidad.

Las diferentes fórmulas fueron aplicadas 50 por ciento del nitrógeno al momento de la siembra y el restante 50 por ciento en el segundo riego de auxilio. El fósforo se aplicó el 100 por ciento al momento de la siembra.

**Cuadro 3.4. Dosis de fertilización empleadas en las diferentes localidades utilizadas.**

<b>Localidades</b>	<b>Dosis</b>
Bermejillo, Durango	120-80-00
Abasolo, Coahuila	120-80-00
Buenavista, Coahuila	120-60-00
Múzquiz, Coahuila	100-60-00
Navidad, Nuevo León	150-100-00
Navidad, Nuevo León	00-00-00

Las fuentes utilizadas en las fórmulas fueron: como fuente del nitrógeno la urea en su fórmula (46-00-00), como fuente de fósforo se utilizó el superfosfato triple (00-46-00), variando solamente en la localidad de Múzquiz, Coahuila, donde se utilizó la urea y el fósforo diamónico en su formulación (18-46-00).

### **Riegos**

Los riegos aplicados a cada uno de los experimentos fueron los necesarios para su desarrollo, siendo éstos los mismos que aplican los agricultores en sus lotes comerciales, variando estos según la zona donde se realizó el estudio (Cuadro 3.5), siendo por lo general de cuatro a cinco coincidiendo con las etapas críticas del desarrollo del cultivo, siendo éstas:

- El riego de siembra o germinación.

- Riego en etapa de amacollamiento.
- Riego en etapa de encañe y embuche.
- Riego en etapa de floración.
- Riego en etapa de llenado de grano.

En la localidad de temporal de Navidad, N.L. se estableció cuando se inició la temporada de lluvias de mayo y junio, implementándose éste totalmente de temporal.

**Cuadro 3.5. Número de riegos aplicados al experimento en cada localidad de prueba.**

Localidad	No. de Riegos
Bermejillo, Durango	4
Abasolo, Coahuila	4
Buenavista, Coahuila	5
Múzquiz, Coahuila	5
Navidad N.L. (riego)	5
Navidad, N.L. (temporal)	Sin riego

### **Control de Plagas**

La plaga más común en la región de estudio en cereales es el pulgón en sus diferentes especies siendo *Diuraphis noxia* la más dañina, esta plaga se

presentó en el norte de México en 1980, su daño es grave porque detiene el desarrollo de la planta, quedándose en la etapa de amacollamiento, con sus hojas enrolladas dejando de producir fotosintatos para su desarrollo. Esta plaga sólo se presentó en dos localidades: Buenavista, Coahuila y en Navidad, N.L. (riego) lográndose su control. En Navidad, N.L. su ataque fue muy fuerte, logrando afectar el cultivo. El control se realizó aplicando un producto comercial con una dosis de 1 l/ha.

### **Control de Malezas**

En todas las localidades se realizaron deshierbes manuales para controlar malezas, siendo en las localidades de Buenavista, Coahuila y Navidad, N.L. donde se requirió de realizar aplicaciones de herbicida para su control, de un producto comercial con una dosis de 1 l/ha.

### **Cosecha**

La cosecha se realizó con una máquina trilladora estacionaria en cada una de las localidades cuando el grano tenía aproximadamente un contenido de humedad de un 13 por ciento.

### **Tamaño de la Parcela Experimental**

El tamaño de la parcela en todas la localidades fue de cuatro surcos de .3 m de largo, y una distancia entre surco de 30 cm. El área total de la parcela

fue de 3.6 m<sup>2</sup>, cosechando sólo los dos surcos centrales y eliminando 50 cm de las cabeceras, para así tener una parcela útil de 1.2 m<sup>2</sup> con plantas que presentaban competencia completa.

### **Diseño Experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y 15 tratamientos en cada localidad.

### **VARIABLES ESTUDIADAS**

#### **Rendimiento**

El valor de esta variable se tomó en g/parcela, transformándose éste a kg/ha, este valor se tomó, cuando el porcentaje de humedad fue de 12 por ciento aproximadamente.

#### **Longitud de Espiga**

Para obtener el valor promedio de este componente se tomaron al azar 10 espigas de cada parcela, las cuales se midieron en centímetros, calculándose su valor medio.

#### **Número de Espiguillas/Espiga**

Se obtuvo contando el número de espiguillas por espiga de las mismas 10 espigas, posteriormente se calculó el promedio para este componente del rendimiento.

### **Número de Granos/Espiga**

Las mismas 10 espigas obtenidas al azar de cada parcela, se trillaron individualmente contando el número de granos de las 10 espigas para luego obtener el valor medio de granos por espiga.

### **Peso Hectolítrico**

Este valor fue obtenido del grano cosechado en la parcela útil, tomándose una muestra limpia y registrándose el dato en una balanza diseñada para medir la relación peso-volumen, reportándose el dato en kg/hl.

### **Peso de 1000 Granos**

De cada una de las parcelas se tomó una muestra de 1000 granos al azar para ser pesados en una balanza analítica, y obtener su peso en gramos.

## **Análisis Estadístico**

Los análisis estadísticos utilizados para este experimento fueron:

- a) Análisis de varianza individuales
- b) Análisis de varianza combinado
- c) Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.
- d) Comparación múltiple de medias, utilizando la prueba de Tukey.
- e) Prueba de homogeneidad de varianza.

## Análisis de Varianza Individual

Este análisis se utilizó para detectar las diferencias entre los genotipos de triticales completos, realizándose un análisis para cada variable, en cada localidad. A continuación se presenta el modelo estadístico que sustenta este análisis.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = es la observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (genotipo)

$\beta_j$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición

$E_{ij}$  = efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

**Cuadro 3.6. Análisis de varianza individual para detectar las diferencias entre las variedades para cada ambiente de estudio.**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Tratamientos	$(t-1)$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y^2_{i.}}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$
Repeticiones	$(r-1)$	$\sum_{j=1}^r \frac{\Sigma^2_{.j}}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$
Error	$(t-1)(r-1)$	S.C. Total - S.C. repeticiones - S.C. tratamientos.
Total	$tr-1$	$\sum_{ij} Y^2_{ij} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$

## Análisis de Varianza Combinado

Los análisis de varianza combinados se realizaron a partir de los análisis de varianza individuales para detectar la variabilidad entre genotipos, estimar la diferencia entre los ambientes de prueba y la interacción de los genotipos con los ambientes, utilizándose el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \Pi_i + \beta_{i(j)} + T_k + (\Pi T)_{ik} + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = es el valor de la característica estudiada en la localidad  $i$ , en el bloque  $j$  y con el genotipo  $k$ .

$\mu$  = efecto común a todas las observaciones.

$\Pi$  = efecto de la localidad  $i$

$\beta_{i(j)}$  = efecto del bloque  $j$  dentro de la localidad  $i$ .

$T_k$  = efecto del genotipo  $k$ .

$(\Pi T)_{ik}$  = efecto de la interacción entre el genotipo  $k$  y la localidad  $i$ .

$E_{ijk}$  = error de la observación sobre la unidad experimental  $(i, j, k)$ .

$i = 1, 2, \dots, l$  (localidad)

$j = 1, 2, \dots, b$  (bloque)

$k = 1, 2, \dots, t$  (genotipo)

En este modelo los errores se consideran como variables aleatorias normales no correlacionadas, con media cero y varianza constante  $\sigma^2_e$  sobre todas las unidades experimentales; las localidades se consideran como una muestra aleatoria de localidades y genotipos donde es factible el cultivo de

triticale. En base a esto se obtuvo el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 3.7.

**Cuadro 3.7. Análisis de varianza combinado para el modelo con ambientes al azar y variedades fijas.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Ambientes	$(l-1)$	$\sum_{i=1}^l \frac{Y_{i..}^2}{rt} - \frac{Y_{...}^2}{rtl}$
Bloque/Ambientes	$(r-1)l$	$\sum_{ij} \frac{Y^2_{ij.}}{t} - \sum_{i=1}^l \frac{Y_{i..}^2}{rt}$
Genotipos	$(t-1)$	$\sum_{k=1}^t \frac{Y^2_{..k}}{rl} - \frac{Y^2_{...}}{rtl}$
Gen.x Amb.	$(t-1)(l-1)$	$\sum_{ik} \frac{Y^2_{i.k}}{r} - \sum_{i=1}^l \frac{Y_{i..}^2}{rt} - \sum_{k=1}^t \frac{Y^2_{..k}}{rl} + \frac{Y^2_{...}}{rtl}$
Error	$i(r-1)(t-1)$	$\sum_{ijk} Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{rtl} - S.C.L. - S.C.(B.L.-)$  $S.C.G.-S.C.G.L.$
Total	$rtl - 1$	$\sum_{ijk} Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{rtl}$

### Análisis de Varianza para Estimar los Parámetros de Estabilidad

La estabilidad del rendimiento y sus componentes de los 14 genotipos de triticale y el testigo trigo harinero, fue calculada por medio del modelo de

estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966) el cual se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i l_j + \sigma_{ij}$$

$$i=1,2,\dots,V \text{ variedades}$$

$$j= 1,2,\dots, m \text{ ambientes}$$

donde:

$Y_{ij}$  = es el promedio de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$

$\mu_i$  = es el promedio de la variedad  $y$ , a través de todos los ambientes

$\beta_i$  = es el coeficiente de regresión de la variedad  $i$  a través de todos los ambientes.

$\sigma_{ij}$  = son las desviaciones de la regresión de la variedad  $i$  y el ambiente  $j$ .

$l_j$  = es el índice ambiental que resulta de restar la media general a la media del ambiente  $j$ , representado por:

$$l_j = \left( \frac{\sum_i Y_{ij}}{v} \right) - \left( \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{vm} \right); \sum_j l_j = 0$$

$v$ =genotipo

Los parámetros utilizados fueron los siguientes:

a) el coeficiente de regresión estimado por:

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} l_j}{\sum_j l_j^2}$$

b) las desviaciones de la regresión que se estimaron como:

$$S^2_{di} = \left[ \frac{\sum_j \hat{S}^2_{ij}}{(n-2)} \right] - S^2_e/r$$

donde :

$\hat{S}^2_{ij}$  = varianza estimada de la regresión de la i-ava variedad en el j-ésimo ambiente

$S^2_e/r$  es el estimador del error ponderado

$r$  es el número repeticiones

$S^2_e$  es el promedio ponderado de los errores de todos los experimentos involucrados en la estimación de los parámetros de estabilidad

$$\sum_j \hat{\sigma}^2_{ij} = \left[ \sum_j Y_i^2 j \frac{Y^2_{i.}}{n} \right] - \frac{(\sum_j Y_{ij} j)^2}{\sum_j I^2 j}$$

Esta ecuación particiona la interacción genotipo-ambiente de cada variedad en dos partes:

La variación debida a la respuesta de la variedad a variaciones de los índices ambientales (suma de cuadrados debido a la regresión).

La inexplicable desviación de la regresión sobre los índices ambientales.

El análisis de varianza de este modelo se presenta en el Cuadro 3.8 para cada variedad, puede predecirse su comportamiento mediante los estimadores de los parámetros con la fórmula presentada a continuación.

$$Y_{ij} = \bar{X}_i + b_{ij}$$

donde:

$\bar{X}_i$  = es una estimación de la media varietal

$b_i$  = el coeficiente de regresión estimado

$I_j$  = índice ambiental

Las hipótesis que se probaron y las pruebas correspondientes fueron

las siguientes:

a) La significancia de la diferencia entre medias varietales (Cuadro 3.8)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu$  la cual fue probada mediante la prueba de F

$$F = CM_1/CM_3$$

b) Hipótesis nula ( $H_0$ ) de que no existen diferencias genéticas entre variedades, para su regresión sobre los índices ambientales.

$H_0: B_1 = B_2 = \dots = B_v$ , la cual se prueba mediante una prueba

aproximada de F (Cuadro 3.8)

$$F = CM_2/CM_3$$

c) Hipótesis nula ( $H_0$ ) de que el coeficiente de regresión para cada variedad no es diferente de la unidad

$H_0: B_i = 1$ , para  $i = 1, 2, \dots, V$ ; la cual fue probada mediante una prueba

de t.

$$t = \frac{b_i - 1}{S_{b_i}}$$

**Cuadro 3.8. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Total	(nV-1)	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} - F.C.$	
Variedad	(V-1)	$\frac{1}{n} \sum_i Y^2_{i.} - F.C.$	CM <sub>1</sub>
Ambientes	(n-1)		
Var. x Amb.	(V-1) (n-i) *	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} \sum_i Y^2_{i.} \frac{i}{n}$	
Ambiente (lineal)	1	$\frac{1}{n} \sum_j Y^2_{.j} l_j / \sum_j l^2_j$	
Var. x Amb. (lineal)	v-1 *	$\sum_j \left[ (\sum_i Y_{ij} l_j)^2 / \sum_i l^2_j \right] - S.C. Amb.(lineal)$	CM <sub>2</sub>
Desviación ponderada	v(n-2)	$\sum_i \sum_j \delta^2_{ij}$	CM <sub>3</sub>
Variedad 1	n-2	$\sum_i Y^2_{ij} - \left(\frac{Y_{i.}}{n}\right)^2 - (\sum_j Y_{ij} l_j)^2 \sum_j l_j^2$	
o	o		
o	o		
o	o		
Variedad v	n-2	$\left[ \sum_i Y^2_{vj} - \frac{Y_{v.}^2}{n} \right] - (\sum_i Y_{vj} l_j)^2 / \sum_i l^2_j = \delta^2_j$	
Error ponderado	n(r-1)(v-1)	$\sum S^2_{vj}$	

\* Equivalente

donde :

$$S_{bi} = \sqrt{S^2 d_i / \sum_j}$$

d) Hipótesis nula ( $H_0$ ) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son iguales a cero

$H_0: S^2 d_i = 0$  para  $i = 1, 2, \dots, V.$ , esta hipótesis puede ser probada mediante:

$$F = \frac{\sum_j S^2_{ij} / n - 2}{n - 2} \text{ error ponderado}$$

Tomando como base los valores de los parámetros considerados ( $B_i$  y  $S^2 d_i$ ) de cada uno de los genotipos, se clasificaron estos según las situaciones propuestas por Carballo (1970) Cuadro 3.9.

**Cuadro 3.9. Situaciones que definen el comportamiento de una variedad al probarse en diferentes ambientes (Carballo y Márquez, 1970).**

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de regresión	Descripción
A	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Variedad estable
B	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente
C	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente
D	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
E	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente
F	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistentes

## Prueba de Comparación de Medias

Se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia adecuado, la

cual se rige por el siguiente modelo:

$$T_o = q \alpha S \bar{x}$$

$$T_o = q \alpha \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

donde:

$q\alpha$  = es el valor obtenido de las tablas

$S \bar{x}$  = es el error estándar

$S^2$  = es igual al cuadrado medio del error

$r$  = es número de repeticiones

El valor de  $t$  se encuentra en las tablas que usa la prueba, con los grados de libertad del error y el nivel de significancia requerido.

## Prueba de Homogeneidad de Varianza

Se efectuó una prueba de homogeneidad de varianza utilizando la desarrollada por Bartlett (1937). Se seleccionó esta prueba por su sencillez y la facilidad de utilizar la tabla conocida como de  $X^2$ , la cual establece las siguientes condiciones:

Ho: homogeneidad de varianza

$$H_0: \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \alpha_3^2$$

donde:

$\alpha_i^2$  = varianza ambiental para cada tratamiento estimado por  $S_i^2$ . A su vez  $\bar{S}^2$  es la media ponderada de dichas estimaciones de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\bar{S}^2 = \frac{\sum_{i=1}^t F_i S_i^2}{\sum_{i=1}^t F_i}$$

donde:

$F_i$  = grados de libertad del i-ésimo tratamiento

$i = 1, 2, 3, \dots, T$  (tratamiento)

El valor calculado de  $X_i^2$  es:

$$M = 2.3026 (\text{Log } \bar{S}^2) \left( \sum_{i=1}^t F_i - \sum_{i=1}^t F_i * \text{Log } S_i^2 \right)$$

Con un factor de corrección:

$$C = 1 + \frac{1}{3(t-1)} \sum_{i=1}^t \frac{1}{F_i} - \frac{1}{F_i}$$

Finalmente se obtiene el siguiente valor corregido

$$X_i^2 = \frac{M}{C}$$

Regla de decisión:

Si  $X_i^2 > X^2_{T-1g}$ , se rechaza la hipótesis nula

Una vez realizados los análisis de varianza individuales y la prueba de homogeneidad de varianza se procedió a organizar los datos de rendimiento de

los genotipos en un cuadro de doble entrada, del cual, utilizando el modelo propuesto por Perkins y Jinks (1968) podemos entonces calcular, media general, medias ambientales, genotípicas e índices ambientales y genotípicos tal como se muestra en el Cuadro 3.10.

**Cuadro 3.10. Modelo de Perkins y Jinks (1968), bajo el cual se pueden calcular medias ambientales y medias marginales de rendimiento, índices ambientales e índices genotípicos, así como la media general.**

Ambientes		Indice				
Genotipos	I	II q	SUMA MEDIA genotípico			
1	$\mu + G_1 + E_1 + I_{1,1}$	$\mu + G_1 + E_2 + I_{1,2} \dots$	$\mu + G_1 + E_q + I_{1,q}$	$\gamma_1$	$\gamma_1./q = \mu + G_1$	$\gamma_1./q - \mu = G_1$
2	$\mu + G_2 + E_1 + I_{2,1}$	$\mu + G_2 + E_2 + I_{2,2} \dots$	$\mu + G_2 + E_q + I_{2,q}$	$\gamma_2$	$\gamma_2./q = \mu + G_2$	$\gamma_2./q - \mu = G_2$
o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o
P	$\mu + G_p + E_1 + I_{p,1}$	$\mu + G_p + E_2 + I_{p,2} \dots$	$\mu + G_p + E_q + I_{p,q}$	$\gamma_p$	$\gamma_p./q = \mu + G_p$	$\gamma_p./q - \mu = G_p$
Suma	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_q$	$\gamma_{..}$	Media general	
Media	$\gamma_1/p = \mu + E_1$	$\gamma_2/p = \mu + E_2$	$\gamma_q/p = \mu + E_q$	$\gamma_{..}/pq = \mu$		
Indiceam- biental	$\gamma_1/p = \mu + E_1$	$\gamma_2/p = \mu + E_2$	$\gamma_q/p = \mu + E_q$			

Asimismo denotaremos a:

$\bar{X}_{ij}$  = valor medio observado del genotipo

i = i-ésimo en el ambiente

j = j-ésimo en el ambiente

$\bar{X}_i$  = media marginal del genotipo i-ésimo

$\bar{X}_j$  = media marginal del ambiente j-ésimo

$\mu$  = media general

$I_j$  = índice ambiental obtenido como desviación de la media ambiental con respecto a la media general ( $\bar{X}_j - \mu$ )

$I_g$  = índice genotípico el cual se obtiene restando la media general de la media genotípica ( $\bar{X}_i - \mu$ )

### Correlaciones Fenotípicas

La estimación de correlaciones son de mucha utilidad en los programas de mejoramiento genético, en cultivos de especies alógamas, autógamas, así como de especies de propagación vegetativa para determinar el criterio de interés.

El conocimiento de la correlación existente entre características importantes, facilitan una mejor interpretación de datos. Además puede ser una herramienta útil para planear un eficiente programa de mejoramiento y determinar una metodología de selección efectiva. En este trabajo se realizan correlaciones entre las variables agronómicas de interés mediante la siguiente fórmula: donde  $X_i = X_i - \bar{X}$  y  $Y_i = Y_i - \bar{Y}$

$$r^2 = \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2 \sum Y^2}$$

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Análisis de Varianza Individuales**

En cada parcela se midieron las siguientes variables: longitud de espiga (LE), número de espiguillas por espiga (No. E/E), número de granos por espiga (No. G/E), peso hectolítrico (pH), peso de mil granos (PMG) y rendimiento por hectárea. Los valores medios correspondientes a cada característica por localidad son reportados en los Cuadros: A.1, A.2, A.3, A.4, A.5 y A.6.

En el Cuadro 4.1 se reportan los resultados de los análisis de varianza realizados para cada característica en cada una de las localidades. En este Cuadro podemos observar que la característica de longitud de espiga presenta diferencias altamente significativas para todas las localidades con excepción de la localidad de Bermejillo en el cual exhibe diferencias significativas, y en la localidad de Abasolo esta característica reportó no significancia estadística. Por lo que respecta a número de espiguillas por espiga muestra diferencias altamente significativas para todas las localidades, de modo similar se comporta el peso hectolítrico.

**Cuadro 4.1. Cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para las variables estudiadas en cada localidad.**

Localidad Variable	Navidad					
	Bermejillo	Abasolo	Buenavista	Múzquiz	riego	temporal
Long.	2.976*	3.621NS	4.068**	6.250**	3.189**	4.200**
C.V. %	7.35	4.28	5.01	8.02	4.7	10.09
No. espiguillas/ espigas	12.010**	15.780**	21.411**	21.741**	18.344**	25.594**
C.V. %	6.28	3.34	3.94	7.01	40	11.24
No. granos/ espiga	117.739**	164.257**	126.937**	242.331**	102.816**	37.300NS
C.V. %	11.21	10.17	9.25	12.21	6.47	19.24
Peso hectolítrico	26.851**	21.501**	13.602**	25.509**	18.372**	20.220**
C.V. %	2.27	1.86	2.61	2.63	2.22	2.74
Peso de 1000 granos	11.559**	43.934**	21.365**	39.521**	30.274**	20.872NS
C.V. %	6.43	11.53	5.86	9.96	6.82	10.66
Rendimiento	0.503**	0.460**	0.914**	0.968NS	1.196**	0.107NS
C.V. %	24.00	18.15	9.79	23.75	18.46	27.63

Ns. Diferencias no significativas

\*. Diferencias significativas al 0.05

\*\* . Diferencias significativas al 0.01

La característica número de granos por espiga muestra diferencia altamente significativa para las localidades Bermejillo, Abasolo, Buenavista, Múzquiz, Navidad riego, y solamente en la localidad de Navidad temporal, los resultados fueron no significativos.

Para la característica peso hectolítrico se muestra altamente significativa para todas las localidades. La prueba para peso de 1000 granos, aparecen resultados altamente significativos para las localidades de: Bermejillo, Absolo, Buenavista, Múzquiz, Navidad riego, y solamente la localidad de Navidad temporal, presentó resultados no significativos.

Para la característica rendimiento los resultados fueron altamente significativos para las localidades de Bermejillo, Abasolo, Buenavista, Navidad riego y solamente en la localidad de Múzquiz y Navidad temporal, los resultados fueron no significativos.

### Análisis de Varianza Combinado

El análisis de varianza combinado se llevó a cabo para detectar si la interacción entre genotipo y localidades es significativa, con la finalidad de realizar posteriormente el análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966). Los resultados de este análisis se muestran en el Cuadro 4.2. Aquí podemos observar que la fuente de variación genotipos mostró diferencias altamente significativas para todas las características, de manera similar se comportó la fuente de variación localidades y la interacción localidades por genotipos, por lo cual es justificable realizar posteriormente el análisis de estabilidad.

**Cuadro 4.2. Cuadrados medios para las variables: longitud de espiga, número espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso hectolítrico, peso de 1000 granos y rendimiento.**

Variable	Localidad	Fuentes de variación			C. V.(%)
		Genotipo	Loc. x genotipo		
Longitud de espiga	43.794**	20.307**	0.799**	6.70	
No. espiguilla/espiga	247.252**	98.648**	3.244**	6.14	
No. granos/espiga	2432.000**	56.076**	57.060**	11.65	
Peso hectolítrico	110.153**	91.792**	6.818**	2.40	
Peso de 1000 granos	323.378**	49.042**	23.540**	8.74	
Rendimiento	81.339**	1.846**	0.459**	18.89	

\*\* Diferencias altamente significativas.

## Comparación de Medias

Con base en la significancia estadística encontrada en el análisis de varianza combinado para la fuente de variación genotipos, se realizó la prueba de comparación de medias propuesta por Tukey con un nivel de significancia del 0.05 (Tukey  $\alpha=0.05$ ), cuyos resultados aparecen en el Cuadro 4.3. En este Cuadro podemos observar que los genotipos ANtcl 7-88 y ANtcl 66-87 son los que ocupan el nivel superior para longitud de espiga, el mayor número de espiguillas por espiga correspondió a los genotipos ANtcl 75-87, ANtcl 62-87, ANtcl 66-87, ANtcl 4-88, ANtcl 1-88, ANtcl 76-87, ANtcl 57-87, ANtcl 42-87, ANtcl 2-88, ANtcl 6-88 y ANtcl 7-88. El mayor número de granos por espiga correspondió a ANtcl 7-88, ANtcl 76-87, ANtcl 75-88, ANtcl 66-87, ANtcl 62-87, ANtcl 63-87, ANtcl 57-87, y ANtcl 4-88.

El mayor peso hectolítrico correspondió al testigo comercial trigo harinero Pavón F76, seguido por un segundo grupo de triticales que son: ANtcl 76-87, ANtcl 5-88, ANtcl 6-88, para peso de mil granos ocupan el primer lugar el grupo formado por: ANtcl 6-88, ANtcl 75-87, ANtcl 42-87, ANtcl 1-88, ANtcl 62-87, ANtcl 76-87, ANtcl 57-87, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl 4-88 y el ANtcl 66-87. Finalmente los genotipos de mayor rendimiento son: ANtcl 66-87, ANtcl 3-88, ANtcl 75-87, ANtcl 42-87, ANtcl 2-88, ANtcl 5-88, ANtcl 6-88, ANtcl 1-88. En general es claro que todos los triticales superaron al testigo

**Cuadro 4.3. Comparación de medias de genotipos a través de seis ambientes de las variables de las variables: longitud de espiga, número de espiguillas/espiga, número de granos/espiga, peso hectolítrico, peso hectolítico, peso de 1000 granos y en rendimiento en seis localidades en el ciclo 88-89.**

Variables		No. espiguillas/ espiga		No. de granos/ espiga		Peso hectolítico		Peso de 1000 granos		Rendimiento	
Rendimiento	Longitud de espiga	No. espiguillas/ espiga		No. de granos/ espiga		Peso hectolítico		Peso de 1000 granos		Rendimiento	
1 Antcl 63-87	14 12.42 A	7	24.97 A	14	58.4 C	15	77.79 A	13	39.83 A	6	3.27 A
2 Antcl 76-87	6 11.66 AB	5	24.95 A	2	57.8 AB	2	75.23 B	7	39.79 A	10	3.06 AB
3 Antcl 42-87	8 11.21 BC	6	24.64 AB	7	56.04 ABC	12	74.7 BC	3	39.26 AB	7	3.04 AB
4 Antcl 57-87	7 10.98 BCD	11	24.48 AB	6	55.32 ABCD	13	73.37 CD	8	38.62 ABC	3	3.04 AB
5 Antcl 62-87	13 10.72 CD	8	24.21 AB	5	52.81 ABCDE	6	72.04 CD	5	38.57 ABC	9	3.01 AB
6 Antcl 66-87	11 10.66 CD	2	24.09 AB	1	52.63 ABCDE	1	71.92 CD	2	38.22 ABC	12	2.95 AB
7 Antcl 75-87	4 10.64 CD	4	24.03 AB	4	52.43 ABCDEF	5	71.53 CD	4	38.21 ABC	13	2.92 AB
8 Antcl 1-88	5 10.61 CD	3	23.9 AB	11	52.39 ABCDEF	9	71.53 DE	9	38.04 ABC	8	2.83 AB
9 Antcl 2-88	1 10.49 CD	9	23.82 ABC	8	50.87 BCDEF	8	71.19 DE	10	37.77 ABC	4	2.83 AB
10 Antcl 3-88	2 10.18 DE	13	23.54 ABC	13	50.43 CDEF	7	71.12 DE	11	37.26 ABC	5	2.77 AB
11 Antcl 4-88	3 9.39 EF	14	23.42 ABC	3	48.61 DEF	3	70.86 DE	6	37.25 ABC	2	2.74 AB
12 Antcl 5-88	10 9.25 F	1	23.23 BC	10	48.37 DEF	11	70.77 DE	1	35.82 BC	14	2.71 AB
13 Antcl 6-88	9 9.19 F	10	23.03 BC	12	48.78 EF	10	70.55 DE	12	35.46 BC	11	2.59 B
14 Antcl 7-88	12 9.08 F	12	22.21 C	9	45.61 F	14	70.29 DE	14	34.94 C	1	2.45 BC
15 Trigo Pavón 76	15 8.59 F	15	15.29 D	15	37.34 G	4	69.43 E	15	34.83 C	15	1.92 C

1 Genotipo

2 Valor de la media

3 Tukey  $\alpha=0.05$

comercial trigo harinero Pavón F76 en todas las características estudiadas con excepción del peso hectolítrico; característica para la cual el testigo Pavón F76 alcanza el mayor valor.

En el Cuadro 4.4. se reporta la comparación de medias de las localidades para cada una de las variables medidas y en forma general los ambientes más favorables para la expresión de los genotipos son las localidades de Múzquiz, Abasolo y Buenavista, mientras que los menos favorables son: Bermejillo, Navidad riego y Navidad temporal.

### **Estabilidad**

A continuación se discuten los análisis de varianza de estabilidad para cada una de las variables contempladas en este trabajo, siguiendo la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966).

### **Longitud de Espiga**

Los resultados del análisis de varianza de estabilidad se presentan en el Cuadro 4.5, y en él se puede apreciar que la fuente de variación variedades presenta diferencias altamente significativas indicando esto un comportamiento diferencial de los genotipos, de manera similar la fuente de variación ambiente

**Cuadro 4.4. Comparación de medias de localidades para las variables : longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso hectolítrico, peso de 1000 granos y rendimiento en seis localidades, ciclo 88-89.**

Localidades	Longitud de espiga	No. espiguillas/		No. de granos/		Peso		Rendimiento
		espiga	espiga	espiga	hectolítrico	1000 granos		
1. Bermejillo	4 11.36 A	2	25.15 A	4	60.73 A	3	73.90 A	3 5.06 A
2. Abasofo	2 11.26 AB	4	25.09 A	3	56.17 AB	6	73.76 A	4 3.21 B
3. Buenavista	3 10.68 ABC	3	24.61 A	2	53.97 ABC	4	72.23 AB	5 3.12 B
4. Múzquiz	5 10.12 BC	5	24.25 A	5	49.81 BC	1	71.84 B	1 2.22 C
5. NVR	1 9.87 CD	1	21.24 B	1	45.44 CD	5	71.62 B	2 2.12 C
6. NVT	6 8.74 D	6	19.56 B	6	40.62 D	2	69.66 C	6 1.12 D

1. Localidades

2. Valor de la media

3. Agrupación según la prueba de Tukey  $\alpha = 0.05$

lineal exhibe diferencias altamente significativas, lo que significa que existen diferencias entre localidades.

**Cuadro 4.5. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica longitud de espiga (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuente de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Gen. (Variedades)	14	26.45**
Ambiente residual	75	4.70
Loc. (Ambiente lineal)	1	276.00**
Reg. (Var.x ambiente lineal)	14	1.18NS
Desviación conjunta	60	1.61NS
Variedad 1	4	3.022*
Variedad 2	4	3.660**
Variedad 3	4	0.169NS
Variedad 4	4	1.459NS
Variedad 5	4	1.810NS
Variedad 6	4	3.175*
Variedad 7	4	2.115NS
Variedad 8	4	1.138NS
Variedad 9	4	0.548NS
Variedad 10	4	0.871NS
Variedad 11	4	2.533*
Variedad 12	4	0.649NS
Variedad 13	4	0.391NS
Variedad 14	4	0.412NS
Variedad 15	4	2.180NS
Error conjunto		

NS. Diferencias no significativas

\*. Diferencias significativas al 0.05.

\*\*.. Diferencias altamente significativas al 0.01.

La no significancia de la fuente de variación, variedades por ambiente lineal indica que no hubo diferencias significativas entre los coeficientes de regresión de las variedades.

Asimismo la no significancia estadística de la desviación conjunta indica que la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente posee un

comportamiento lineal, lo que indica que existieron diferencias entre los ambientes de prueba, corroborándose esto con los resultados del análisis de varianza combinado y la comparación de medias entre localidades en la variable de respuesta rendimiento.

En el Cuadro 4.6 se presentan los valores medios para longitud de espiga, así como los coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión (parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell, 1966). Con base en los valores de parámetros de estabilidad, se encontró que los genotipos ANtcl 42-87, ANtcl 57-87, ANtcl 62-87, ANtcl 75-87, ANtcl 1-88, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88 y ANtcl 6-88, tuvieron un coeficiente de regresión estadísticamente igual a uno ( $B=1$ ) y desviaciones de la regresión igual a cero ( $S^2_{di}=0$ ), por lo que según la clasificación de Carballo y Márquez (1970) se consideran variedades estables, por lo que respecta a los genotipos ANtcl 63-87. ANtcl, 76-87, ANtcl 4-88 se clasificaron como materiales que tienen buena respuesta en todos los ambientes probados pero inconsistentes, ya que poseen un coeficiente de regresión estadísticamente igual a uno ( $B=1$ ) y con valores de la desviación de regresión mayor que cero ( $S^2_{di}>0$ ). Sólo el genotipo ANtcl 5-88 presentó valores de  $B_i < 1$  y  $S^2_{di}=0$  lo cual se clasifica como una línea de buena respuesta en ambientes desfavorables y consistente; y finalmente los genotipos ANtcl 7-88 y el testigo trigo harinero Pavón F76 por sus valores en los parámetros de estabilidad, se clasifican por responder bien en buenos ambientes pero inconsistentes, ya que poseen un coeficiente de regresión

estadísticamente mayor a uno ( $B > 1$ ) y con valores de la desviación de regresión igual a cero ( $S^2_{di} = 0$ ).

**Cuadro 4.6. Parámetros de estabilidad de 15 genotipos de triticale de la variable longitud de espiga evaluados en seis ambientes del norte de México.**

Genotipo	Valor medio de longitud de espiga	Coefficiente de regresión (bi)	Desviación de regresión $S^2_{di}$	Clasif. según Carballo (1970)
ANtcl 63-87	10.49	0.96750NS= <sup>1</sup>	0.32331* >0	B
ANtcl 76-87	10.01	1.00499NS= <sup>1</sup>	0.42526** >0	B
ANtcl 42-87	9.39	0.92900NS= <sup>1</sup>	-0.13294NS =0	A
ANtcl 57-87	10.64	1.42586NS= <sup>1</sup>	0.07337NS =0	A
ANtcl 62-87	10.61	1.29093NS= <sup>1</sup>	0.12949NS =0	A
ANtcl 66-87	11.66	0.98994NS= <sup>1</sup>	0.34781* >0	B
ANtcl 75-87	10.98	1.30490NS= <sup>1</sup>	0.17825NS =0	A
ANtcl 1-88	11.21	0.85739NS= <sup>1</sup>	0.02206NS =0	A
ANtcl 2-88	9.19	0.80816NS= <sup>1</sup>	-0.07220NS =0	A
ANtcl 3-88	9.25	0.88501NS= <sup>1</sup>	-0.02068NS =0	A
ANtcl 4-88	10.66	0.67692NS= <sup>1</sup>	0.24506* >0	B
ANtcl 5-88	9.08	0.55823NS< <sup>1</sup>	-0.05615NS =0	C
ANtcl 6-88	10.72	0.81548NS= <sup>1</sup>	-0.09738NS =0	A
ANtcl 7-88	12.42	1.32855NS> <sup>1</sup>	-0.09401NS =0	E
Pavón F76	8.59	1.15707NS> <sup>1</sup>	0.18867NS =0	E

NS No Significativo \* Diferencias significativas al 0.05. \*\* Diferencias altamente significativas al 0.01. A. Variedad Estable. B. Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente. C. Mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistente. D. Mejor respuesta en buenos ambientes e inconsistentes.

## Número de Espiguillas por Espiga

El análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica de número de espiguillas por espiga, se reporta en el Cuadro 4.7. De nueva cuenta se detectan diferencias altamente significativas para las fuentes de variación variedades y ambiente lineal indicando que tanto los genotipos como los ambientes son diferentes entre sí. Para la fuente de variación variedades por ambiente lineal se detectan diferencias significativas, indicando que los coeficientes de regresión de las variedades para esta característica a través de los diferentes ambientes fueron significativamente diferentes. La no significancia de la desviación conjunta nos indica que la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente es lineal.

Respecto a los parámetros de estabilidad (Cuadro 4.8) obtenidos para esta variable podemos concluir que los genotipos ANtcl 76-87, ANtcl 42-87, ANtcl 57-87, ANtcl 62-87 y ANtcl 66-87 y ANtcl 1-88, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl 4-88, ANtcl 5-88 y ANtcl 7-88, se clasifican como estables ya que el coeficiente de regresión ( $b=1$ ) y las desviaciones de la regresión igual a cero ( $S^2_{di}=0$ ). Los genotipos ANtcl 63-87 y ANtcl 75-87, y ANtcl 7-88 son clasificados por tener una buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes ( $b=1$  y  $S^2_{di}>0$ ) y sólo el genotipo ANtcl 6-88 es identificado por responder mejor en ambientes desfavorables y ser consistente.

**Cuadro 4.7. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica de número de espiguillas por espiga según Eberhart y Russell (1966).**

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	35.66**
Ambiente (Res)	75	7.05**
Ambiente (Lineal)	1	446.62**
Variedad x ambiente lineal	14	1.57*
Desviación ponderada	60	1.35NS
Variedad 1	4	3.683**
Variedad 2	4	1.318NS
Variedad 3	4	0.340NS
Variedad 4	4	1.492NS
Variedad 5	4	1.849NS
Variedad 6	4	0.857NS
Variedad 7	4	3.725**
Variedad 8	4	0.406NS
Variedad 9	4	0.642NS
Variedad 10	4	0.440NS
Variedad 11	4	1.399NS
Variedad 12	4	0.556NS
Variedad 13	4	0.505NS
Variedad 14	4	0.499NS
Variedad 15	4	2.550*

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.05$

\*\*= Diferencias altamente significativas  $\alpha=0.01$ .

**Cuadro 4.8. Valores medios, coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión para la característica número de espiguillas por espiga.**

Genotipo	Valor medio de espigui- llas/espiga S <sup>2</sup> di	Coeficiente de regresión (bi) (bi)		Desviación de regresión S <sup>2</sup> di (1970)		Clasific. según Carballo
ANtcl 63-87	23.22	1.27160	NS=1	1.83176	**>0	B
ANtcl 76-87	24.09	1.23347	NS=1	0.21685	NS=0	A
ANtcl 42-87	23.90	0.90713	NS=1	0.45060	NS=0	A
ANtcl 57-87	24.03	1.30934	NS=1	0.33563	NS=0	A
ANtcl 62-87	24.95	1.15262	NS=1	0.57957	NS=0	A
ANtcl 66-87	24.64	0.68926	NS=1	0.09751	NS=0	A
ANtcl 75-87	24.97	1.38734	NS=1	1.86029	**>0	B
ANtcl 1-88	24.21	0.92186	NS=1	0.40550	NS=0	A
ANtcl 2-88	23.82	0.85582	NS=1	0.24422	NS=0	A
ANtcl 3-88	23.03	1.08632	NS=1	0.38202	NS=0	A
ANtcl 4-88	24.47	0.87648	NS=1	0.27276	NS=0	A
ANtcl 5-88	22.21	0.78460	NS=1	0.30317	NS=0	A
ANtcl 6-88	23.54	0.64690	NS=1	0.33823	NS=0	C
ANtcl 7-88	23.41	0.88181	NS=1	0.34220	NS=0	A
Pavón F76	15.29	0.99577	NS=1	1.05861	*>0	B

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$ .

\*\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.01$ .

A= Variedad estable.

B= Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

C= Mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes.

En el Cuadro 4.9. se reportan los resultados del análisis de varianza efectuado para estimar la estabilidad de la característica número de granos por espiga, en él podemos observar diferencias altamente significativas para la fuente de variación, variedades y ambiente lineal y significativas para la interacción variedades por ambiente lineal, lo que nos indica que tanto las variedades como las localidades son diferentes y que existe interacción entre los genotipos y las localidades por lo cual es justificable calcular los parámetros

de estabilidad como en los casos anteriores. La no significancia de la desviación conjunta indica que la suma de cuadrados de la interacción es lineal.

**Cuadro 4.9. Análisis de varianza para estimar la estabilidad en la característica de número de granos por espiga (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	11.02**
Ambiente (Res)	75	4.74**
Ambiente (Lineal)	1	266.76**
Variedad x [ambiente (lineal)]	14	2.08*
Desviación ponderada	60	1.30NS
Variedad 1	4	3.182**
Variedad 2	4	0.885NS
Variedad 3	4	0.740NS
Variedad 4	4	1.841NS
Variedad 5	4	0.495NS
Variedad 6	4	1.422NS
Variedad 7	4	1.200NS
Variedad 8	4	0.366NS
Variedad 9	4	0.520NS
Variedad 10	4	0.236NS
Variedad 11	4	1.849NS
Variedad 12	4	0.755NS
Variedad 13	4	0.080NS
Variedad 14	4	0.038NS
Variedad 15	4	2.834*

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.05$

\*\*= Diferencias altamente significativas  $\alpha=0.01$ .

En el Cuadro 4.10 se resumen los coeficientes de regresión y las desviaciones de la regresión para los genotipos estudiados que nos permiten clasificarlos de tal forma que los genotipos ANtcl 42-87, ANtcl 57-87, ANtcl 62-87, ANtcl 66-87, ANtcl 75-87, ANtcl 1-88, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl

4-88, ANtcl 5-88, ANtcl 6-88 y el ANtcl 7-88, tienen valores de  $b_i=1$  y  $S^2_{di}=0$  por lo cual según Carballo y Márquez (1970) se consideran genotipos estables para la característica número de granos por espiga, por otra parte el genotipo ANtcl 63-87, y el testigo trigo harinero Pavón F76 son identificados por tener una buena respuesta a todos los ambientes pero son inconsistentes.

Finalmente el genotipo ANtcl 76-87 entra en la categoría de los genotipos que responden bien en buenos ambientes y son consistentes.

**Cuadro 4.10. Valores medios, coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión para la característica número de granos por espiga.**

Genotipo	Valor medio de espiguillas/espiga	Coeficiente de regresión (bi)		Desviación de regresión $S^2_{di}$		Clasific. según Carballo (1970)
		(bi)	(bi)	$S^2_{di}$	$S^2_{di}$	
ANtcl 63-87	52.63	0.91759	NS=1	25.79418	**>0	B
ANtcl 76-87	57.47	1.64541	*>1	- 0.35642	NS=0	E
ANtcl 42-87	48.61	0.81467	NS=1	- 3.07125	NS=0	A
ANtcl 57-87	52.43	1.33762	NS=1	9.93727	NS=0	A
ANtcl 62-87	52.81	1.15705	NS=1	- 5.96990	NS=0	A
ANtcl 66-87	55.32	1.23160	NS=1	4.99451	NS=0	A
ANtcl 75-87	56.04	1.06549	NS=1	2.36671	NS=0	A
ANtcl 1-88	50.87	1.13869	NS=1	- 7.49509	NS=0	A
ANtcl 2-88	45.61	0.66017	NS=1	- 5.67757	NS=0	A
ANtcl 3-88	48.37	0.87198	NS=1	- 9.03369	NS=0	A
ANtcl 4-88	52.39	0.98459	NS=1	10.04108	NS=0	A
ANtcl 5-88	47.12	0.65824	NS=1	8.93057	NS=0	A
ANtcl 6-88	50.43	0.97187	NS=1	0.94064	NS=0	A
ANtcl 7-88	58.40	1.32330	NS=1	0.44346	NS=0	A
Pavón F76	37.34	0.22170	NS=1	21.67672	*>0	B

NS= Diferencias no significativas      \*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$ .

\*\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.01$ .      A= Variedad estable.

B= Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

E= Mejor respuesta en buenos ambientes consistentes.

## **Peso Hectolítrico**

En el Cuadro 4.11 se concentran los resultados obtenidos al efectuar el análisis de varianza para la característica peso hectolítrico, en este Cuadro se aprecian diferencias altamente significativas, para la fuente de variación, variedades, ambiente lineal y variedades por ambiente lineal, lo que nos indica que los genotipos son distintos entre sí y que las condiciones prevaletientes en cada localidad son diferentes y además existe interacción entre genotipos y localidades que influyeron en un comportamiento diferente de cada línea al enfrentarse a un ambiente dado. Como la interacción genotipo por ambiente fue significativa, se procedió a calcular los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966) para la característica de peso hectolítrico cuyos resultados se muestran en el Cuadro 4.12 y ahí apreciamos que los genotipos: ANtcl 63-87, ANtcl 76-87, ANtcl 42-87, ANtcl 62-87 y ANtcl 66-87, ANtcl 75-87 son clasificados como estables correspondiendo el mayor valor medio al genotipo ANtcl 76-87. Los genotipos ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl 4-88, ANtcl 6-88. También fueron clasificadas como estables correspondiendo el mayor valor medio al genotipo ANtcl 6-88, que clasifica en el mismo grupo dos. Los genotipos ANtcl 57-87 y ANtcl 75-87 y ANtcl 1-88 fueron clasificados por responder mejor en ambientes desfavorables y ser consistentes, mientras que el triticale ANtcl 7-88 responde bien en todos los ambientes pero es inconsistente. El genotipo ANtcl 5-88, responde mejor en buenos ambientes y su comportamiento es consistente mientras que el testigo

trigo harinero Pavón F76 tiene una respuesta similar al triticale ANtCL 7-88, pero su comportamiento es inconsistente.

**Cuadro 4.11. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad de la característica peso hectolítrico (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	6.38**
Ambiente (Res)	75	75.66**
Ambiente (Lineal)	1	5506.58**
Variedad x ambiente	14	7.72**
Desviación ponderada	60	1.63NS
Variedad 1	4	0.522NS
Variedad 2	4	1.540NS
Variedad 3	4	0.537NS
Variedad 4	4	1.149NS
Variedad 5	4	0.349NS
Variedad 6	4	1.587NS
Variedad 7	4	0.636NS
Variedad 8	4	0.247NS
Variedad 9	4	1.082NS
Variedad 10	4	1.079NS
Variedad 11	4	0.351NS
Variedad 12	4	1.567NS
Variedad 13	4	0.415NS
Variedad 14	4	11.087**
Variedad 15	4	3.512**

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.05$

\*\*= Diferencias altamente significativas  $\alpha=0.01$ .

**Cuadro 4.12. Valores medios y coeficientes de regresión, desviaciones de la regresión de la característica peso hectolítrico.**

Genotipo	Valor medio de espiguillas/espiga	Coeficiente de regresión (bi)		Desviación de regresión		Clasific. según Carballo (1970)
		(bi)	(bi)	S <sup>2</sup> di	S <sup>2</sup> di	
ANtcl 63-87	65.24	1.07262	NS=1	0.88301	NS=0	A
ANtcl 76-87	69.23	0.92902	NS=1	0.99770	NS=0	A
ANtcl 42-87	64.68	0.97131	NS=1	0.85414	NS=0	A
ANtcl 57-87	63.93	0.85092	*<1	0.27562	NS=0	C
ANtcl 62-87	65.13	0.95353	NS=1	1.20166	NS=0	A
ANtcl 66-87	65.77	1.01925	NS=1	0.76249	NS=0	A
ANtcl 75-87	65.70	0.82019	**<1	1.17630	NS=0	C
ANtcl 1-88	65.88	0.81915	**<1	1.39083	NS=0	C
ANtcl 2-88	65.16	1.02068	NS=0	0.15099	NS=0	A
ANtcl 3-88	63.80	0.98506	NS=1	0.14562	NS=0	A
ANtcl 4-88	64.72	0.96142	NS=1	1.19737	NS=0	A
ANtcl 5-88	67.18	1.17640	*>1	1.04668	NS=0	E
ANtcl 6-88	67.03	1.01981	NS=1	1.08079	NS=0	A
ANtcl 7-88	62.96	1.00088	NS=1	18.62124	**>0	B
Pavón F76	69.05	1.39973	**>1	4.63717	**>0	F

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$ .

\*\*= Diferencias significativas  $\alpha= 0.01$ .

A= Variedad estable.

B= Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

C= Mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes.

E= Mejor respuesta en buenos ambientes y consistente.

F= Mejor respuesta en buenos ambientes e inconsistente

### Peso de 1000 Granos

Para esta característica se realizó un análisis similar a los anteriores cuyos resultados se resumen en el Cuadro 4.13. En este análisis la fuente de variación variedades presentó diferencias significativas indicando que los genotipos son diferentes para este carácter, se detectan diferencias altamente significativas para la fuente de variación ambiente lineal indicando este que las condiciones ambientales prevalecientes en cada región son diferentes, no se detecta diferencia significativa para la interacción, mientras que la desviación

conjunta exhibe diferencias altamente significativas, esto indica que una parte de la suma de cuadrados de la interacción no es lineal.

**Cuadro 4.13. Análisis de varianza para estimar la estabilidad de la característica peso de 1000 granos (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	2.12*
Ambiente (Res)	75	1.87*
Ambiente (Lineal)	1	69.51**
Variedad x ambiente	14	0.79NS
Desviación ponderada	60	2.16**
Variedad 1	4	1.148NS
Variedad 2	4	1.573NS
Variedad 3	4	2.640**
Variedad 4	4	1.617NS
Variedad 5	4	0.264NS
Variedad 6	4	0.909NS
Variedad 7	4	1.328NS
Variedad 8	4	2.935**
Variedad 9	4	1.972NS
Variedad 10	4	0.941NS
Variedad 11	4	0.674NS
Variedad 12	4	1.755NS
Variedad 13	4	0.676NS
Variedad 14	4	1.517NS
Variedad 15	4	12.412**

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$

\*\*= Diferencias altamente significativas  $\alpha=0.01$ .

Al obtener los parámetros de estabilidad para el peso de 1000 granos reportados en el Cuadro 4.14, se clasifican como líneas estables a los genotipos: ANtcl 63-87, ANtcl 57-87, ANtcl 62-87, ANtcl 75-87, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl 4-88, ANtcl 5-88, ANtcl 6-88, ANtcl 7-88, ANtcl 75.87 y al completo ANtcl 6-88. Finalmente el genotipo, ANtcl 42-87, ANtcl 1-88 y el testigo trigo harinero Pavón F76 se identifican por responder bien en todos los ambientes pero son inconsistentes.

**Cuadro 4.14. Valores medios y coeficientes de regresión y desviaciones de regresión de la característica peso de 1000 granos.**

Genotipo	Valor medio de espiguillas/espiga	Coeficiente de regresión (bi) S <sup>2</sup> di	Desviación de regresión S <sup>2</sup> di	Clasific. según Carballo (1970)
ANtcl 63-87	35.82	1.13552 NS=1	0.53125 NS=0	A
ANtcl 76-87	38.22	0.47009 NS=1	2.06152 NS=0	A
ANtcl 42-87	39.36	1.34971 NS=1	5.90021 *>0	B
ANtcl 57-87	38.21	1.27077 NS=1	2.21955 NS=0	A
ANtcl 62-87	38.57	0.70944 NS=1	2.64678 NS=0	A
ANtcl 66-87	37.25	1.10760 NS=1	0.32818 NS=0	A
ANtcl 75-87	39.76	0.73134 NS=1	1.17842 NS=0	A
ANtcl 1-88	38.62	-1.03531 NS=1	6.96060 *>0	B
ANtcl 2-88	38.04	0.81506 NS=1	3.49691 NS=0	A
ANtcl 3-88	37.77	1.59923 NS=1	0.21237 NS=0	A
ANtcl 4-88	37.26	1.30312 NS=1	1.17151 NS=0	A
ANtcl 5-88	35.46	1.37930 NS=1	2.71765 NS=0	A
ANtcl 6-88	39.82	1.10745 NS=1	1.16484 NS=	A
ANtcl 7-88	34.88	0.93381 NS=1	1.85976 NS>0	A
Pavón F76	34.84	1.12317 NS=1	41.05253 **>0	B

NS= Diferencias no significativas

\*= Diferencia significativa  $\alpha=0.05$ .

\*\*= Diferencia significativa  $\alpha=0.01$ .

A= Variedad estable.

B= Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente

## Rendimiento

Esta característica es la de mayor importancia ya que en ella se expresan cada uno de los componentes de rendimiento que se discutieron anteriormente. En el Cuadro 4.15 se resumen los resultados del análisis de varianza para estabilidad del rendimiento, observándose que las fuentes de variación variedades y ambiente lineal presentan diferencias altamente significativas, no así las fuentes variedades por ambiente y desviación conjunta que no exhiben diferencias significativas.

**Cuadro 4.15. Análisis de varianza para estimar la estabilidad de la característica rendimiento (kg/ha) (Eberhart y Russell, 1966).**

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	4.44**
Ambiente (Res)	75	14.07**
Ambiente (Lineal)	1	978.21**
Variedad x ambiente	14	1.24NS
Desviación ponderada	60	1.48NS
Variedad 1	4	1.331NS
Variedad 2	4	1.053NS
Variedad 3	4	1.552NS
Variedad 4	4	2.631*
Variedad 5	4	0.255NS
Variedad 6	4	0.261NS
Variedad 7	4	1.098NS
Variedad 8	4	2.408*
Variedad 9	4	1.040NS
Variedad 10	4	1.615NS
Variedad 11	4	1.769NS
Variedad 12	4	3.301*
Variedad 13	4	0.644NS
Variedad 14	4	2.136*
Variedad 15	4	1.144NS

NS= Diferencias no significativas  
 \*\*= Diferencias altamente significativas  $\alpha=0.01$ .

\*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$

Se obtuvieron los parámetros de estabilidad para rendimiento siguiendo la metodología de Eberhart y Russell (1966) y clasificando los genotipos según la propuesta de Carballo y Márquez (1970), sobresaliendo los genotipos ANtCL 5-88, ANtCL 57-87, ANtCL 62-87, ANtCL 66-87, ANtCL 75-87, comportándose como estables, además de los genotipos: ANtCL 1-88, ANtCL 2-88, ANtCL 3-88, ANtCL 4-88, ANtCL 6-88, ANtCL 7-88, de manera similar se comportó el testigo Pavón F76. Los mayores valores de rendimiento en kg/ha correspondieron a los genotipos: ANtCL 66-87, ANtCL 42-87, ANtCL 2-88, ANtCL 5-88, se identificaron por tener una buena respuesta en todos los ambientes pero son inconsistentes.

**Cuadro 4.16. Valores medios y coeficientes de regresión y desviaciones de regresión de la característica rendimiento (kg/ha).**

Genotipo	Rendimiento ton/ha	Coeficiente regresión		Desviación regresión		Clasific. s/Carballo (1970)
		(bi)	(bi)	S <sup>2</sup> di	S <sup>2</sup> di	
ANtCL 63-87	2.45	0.93313	NS=1	0.03097	NS=0	A
ANtCL 76-87	2.74	1.12948	NS=1	0.00495	NS=0	A
ANtCL 42-87	3.04	1.08528	NS=1	0.05174	*>0	B
ANtCL 57-87	2.83	0.80075	NS=1	0.15277	NS=0	A
ANtCL 62-87	2.76	1.09782	NS=1	0.06980	NS=0	A
ANtCL 66-87	3.27	1.09967	NS=1	0.06917	NS=0	A
ANtCL 75-87	3.04	1.03456	NS=1	0.00917	NS=0	A
ANtCL 1-88	2.83	1.00986	NS=1	0.13162	NS=0	A
ANtCL 2-88	3.01	1.12031	NS=1	0.00374	NS=0	A
ANtCL 3-88	3.06	1.12486	NS=1	0.05762	NS=0	A
ANtCL 4-88	2.59	1.00204	NS=1	0.07200	NS=0	A
ANtCL 5-88	2.95	1.06698	NS=1	0.21557	*>0	B
ANtCL 6-88	2.92	1.91502	NS=1	0.03338	NS=0	A
ANtCL 7-88	2.71	0.94359	NS=1	0.10638	NS=0	A
Pavón F76	1.92	1.63666	NS=1	0.01345	NS=0	A

NS= Diferencias no significativas  
A= Variedad estable.

\*= Diferencias significativas  $\alpha=0.05$ .

B= Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

## Coeficiente de Correlación y Significancia

En el Cuadro 4.17 se presentan los valores de correlación fenotípica entre las variables estudiadas.

**Cuadro 4.17. Correlaciones fenotípicas de las características evaluadas.**

	Peso 1000 g	Peso hectolítrico	No. de granos/espiga	No. de espiguillas/ espiga
Rendimiento	-0.37	0.43	0.75**	0.24
Peso de 1000 g		0.25	0.59*	0.089
Peso hectolítrico			-0.50	-0.42
No. granos/espiga				0.81**

\* = Correlación significativa al 0.05%

\*\* = Correlación significativa al 0.01%

La correlación más importante encontrada fue la de número de granos por espiga con el rendimiento, aunque también la longitud de espiga con número de espiguillas por espiga mostró una correlación positiva y significativa, también la longitud de espiga con el número de granos por espiga mostró una correlación positiva y altamente significativa. No se reportó asociación entre peso de 100 granos y el rendimiento.

Número de granos por espiga con peso hectolítrico mostró una correlación no significativa negativa, y número de granos por espiga con peso de 1000 g y rendimiento, se mostró no significativa, aunque permaneció positiva su relación.

Las correlaciones para la característica peso hectolítrico con peso de 100 gramos y rendimiento mostraron una correlación negativa y no significativa para estas dos características. Las correlaciones entre peso de 1000 granos con rendimiento muestran una correlación positiva y significativa.

Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por otros autores que han estudiado este cultivo con estas variables como Romero (1985), Martínez (1985), Reséndiz y Colín (1987) al comparar genotipos de triticales.

## CONCLUSIONES

A través de todos los ambientes de prueba la característica rendimiento, y fue ésta la que presentó la mayor estabilidad (86.6 por ciento de genotipos estables) seguida por los componentes número de granos por espiga, peso de 1000 granos y número de espiguillas por espiga, las cuales registraron el 80 por ciento de genotipos estables.

La conclusión anterior es apoyada fuertemente por las asociaciones positivas encontradas al realizar las correlaciones fenotípicas, ya que los componentes anteriormente mencionados fueron los únicos que se correlacionaron al menos significativamente con el rendimiento.

El mejor ambiente para la producción de triticale, en este estudio resultó ser Buenavista, Coahuila, aunque en el resto de las localidades la mayoría de los genotipos probados superaron al testigo comercial.

En base a lo anterior se puede concluir que la mejor línea de triticale fue ANTcL-66-87 quien superó al testigo en un 170.3 por ciento, con un rendimiento promedio de 3.27 toneladas por hectárea a través de todos los ambientes de prueba y es clasificada como una variedad estable, seguida por

la línea ANTcL 3-88, con un rendimiento de 3.06 ton/ha, superando al testigo comercial en un 159.3 por ciento a través de los ambientes de estudio y esta línea fue clasificada como una variedad estable.

## RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 14 líneas de triticale de tipo completo y una variedad de trigo harinero (Pavón F-76) en tres estados del norte (Coahuila, Nuevo León y Durango) y cinco localidades: Bermejillo, Durango, Abasolo, Buenavista y Múzquiz, Coahuila, Navidad, Nuevo León, bajo condiciones de riego y una localidad en Navidad bajo temporal, con el objeto de estimar la interacción genotipo-ambiente y el grado de estabilidad de cada una de las líneas de triticale bajo las condiciones del norte de México, e identificar las líneas de triticale que presentan altos rendimientos de grano y mejor grado de estabilidad en diferentes ambientes. El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y 15 tratamientos en cada localidad. Se realizaron análisis de varianza en cada localidad, análisis de varianza combinado y análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad. El análisis de varianza indicó diferencias significativas para el número de espiguillas por espiga, peso hectolítrico en todas las localidades evaluadas, mientras que el rendimiento presentó diferencias significativas en las localidades de Abasolo, Buenavista y Navidad bajo riego, longitud de espiga en todas las localidades a excepción de Bermejillo; número de granos por espiga, peso de 1000 granos, mos-

traron diferencias significativas en todas las localidades con excepción de Navidad bajo temporal. El análisis de varianza combinado mostró diferencias altamente significativas para todas las características entre localidades, genotipos y la interacción entre genotipos y localidades.

Los genotipos ANTcL-66-87, 3-88 y 75-87 para rendimiento; 7-88 y 66-87 para longitud de espiga; 75-87, 62-87 y 66-87 para número de espiguillas por espiga; 7-88, 76-88, 75-88 para granos por espiga; Pavón, 76-87, 5-88 y 6-88 para peso hectolítrico y 6-88, 75-87 y 42-87 fueron sobresalientes en este estudio, las localidades de Buenavista, Múzquiz y Abasolo, sobresalieron como ambientes más favorables para la manifestación de las características agronómicas del cultivo de triticale. Los genotipos 42,87 y 5-88 se identificaron por tener una buena respuesta en todos los ambientes, pero son inconsistentes.

Entre las características estudiadas, el carácter rendimiento presentó la mayor estabilidad, seguido por los componentes número de granos por espiga, de peso de 1000 granos y número de espiguillas, ambos con más de un 80 por ciento de genotipos estables. El carácter número de granos por espiga fue el que mayor asociación positiva significativamente, presentó con el rendimiento; en base a este estudio, se identificaron las mejores líneas de triticale, las cuales fueron la línea 66-87 y 3-88 que fueron clasificadas como estables.

## LITERATURA CITADA

- Amezquita, M.C. y J.E. Muñoz 1979, Manual Estadístico para la Experimentación en Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Version Preliminar. Ciat. Cali, Colombia. 25 p.
- Atale, S.B. and M.G. Joshi. 1981. Study of Genotype x Environment Interaction in Triticale. Plant Breeding Abstract. 51 (3) : P.176 United States of America.
- Bartlett, M.S. 1937. Properties of Sufficient and Statistical Test. Proceedings of the Royal Society of London.. A. 160. Pag. 268-282.
- Baker, H.G. 1968. Las Plantas y la Civilización. Primera Edición en Español. Editorial Herrera Hermanos Sucesores, S.A. 193 p. Canadá.
- Bhatt, G.M. y N.F. Derera. 1975. Genotype x Environment Interactions for, Heritabilities, and Correlations Among Quality Traits in Wheat. Euphytica. 24 : 597-604. United States of America.
- Borojevid, S. And W.A. Williams. 1982. Genotype x environment interactions for leaf area parameters and yield components and their effects on wheat yield. Crop. Sci. 22 :1020-1025. United States of America.
- Bradshaw. A.D. 1965. Evolutionary Significance of Phenotypic Plasticity in Plants. Adv. Genet. 13 : 115- 155. United States of America
- Brennan, P.S. and D.E. Byth. 1979. Genotype Environmental Interactions for Wheat Yields and Selection for Widely Adapted Wheat Genotypes. Aust. J. Agric. Res. 30. 221-232. Australia.
- Camacho C., M.A. 1981. Comparación de Rendimiento y Parámetros de Estabilidad de Mezclas de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y sus Componentes. Tesis Profesional. U.A.CH., Chapingo, México.
- Campbell, L.G. and H.N. Lafever. 1980. Effect of Location and Years Upon Relative Yields in the Soft Red Winter Wheat Region. Crop Sci. 20 :23-28. United States of America.
- Carballo. C.A., y S.F. Márquez 1970. Comparación de Variedades de Maíz del Bajío y Mesa Central por su Rendimiento y Estabilidad. Agrociencia. 1. 129-149. México.

- Carver, B.F., E. L. Smith and H.C. England Jr. 1987. Regression and Cluster Analysis of Environmental Responses of Hybrid and Pureline Winter Wheat Cultivars. *Crop. Sci.* 27 : 659-664. United States of América.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1987. Reseña de la Investigación 1985. México, D.F. 107p.
- \_\_\_\_\_. 1987. CIMMYT. Report. El Batán México.
- \_\_\_\_\_. 1988. CIMMYT Report. El Batán México.
- Colín, R.M. 1986. Evaluación de 25 genotipos de triticale (*X. Triticosecale* Wittmack), para rendimiento y sus componentes en la región de Navidad, N.L. Ciclo 1984-85. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo. México.
- Chabi. G.H. ; V.T. Sapro and K. Beatty. 1982. Genotype x Environment Interaction and its Implications in Triticale Breeding. *Plant Breeding and its Implications in Triticale Breeding. Plant Breeding Abstracts.* 52(4) 253. United States of América.
- Easton. H.J. and R.S. Clements. 1973. The Interaction of Wheat Genotypes with a Specific Factor of the Environments. *J. Agric. Sci.* 80 : 43-52. United States of America .
- Eberhart, S.A. and W.A. Russel. 1966. Stability Parameters Ford Comparing Varieties *Crop Sci.* 6 :36-40. United States of America.
- Falconer, D.S. 1960. *Introduction to Quantitative Genetics.* Ronald Press. New York. p. 365. United States of America.
- Faris, M.A., M.R.A. de Araujo and M.A. Lira. 1981. Yield stability of Forage Sorghum in Northeastern Brasil. *Crop Sci.* 21 : 132-134. Brazil.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson, 1963. The Analysis of Adaptation in a Plant Breeding. *Programe. Aust. J. Agric. Res.* 14 : 742- 754. Australia.
- García E. 1973. *Modificación al Sistema de Clasificación Climática de koppen.* Universidad Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.
- Ghaderi, A. ; E. H. Everson and C.E. Cress.1980. Classification of Environments and Genotypes in Wheat. *Crop. Sci.* 20 :707-710. United States of America.
- Goldemberg. J.B. 1968. El Empleo de la Correlación en el Mejoramiento Genético de las Plantas. *Fitotecnia Latinoamericana* pp. 1-8. Perú.

- Gregory, R.S. 1974. Triticale Research Program in the United Kingdom. Proc. Int. Symp. 1973. 61-67. El Batán.
- Gustafson, J.P. and F.J. Zillinsky. 1973. Identification of D. Genome Chromosomes From Hexaploide Wheat in 42-Chromosome Triticale Proc. 4<sup>th</sup> Int. Weat Genet. Symp. Columbia, Miss. Pp. 225- 232. United States of America.
- Hill, J. 1975. Genotype Environment Interactions. A Challenge for Plant Breeding. J. Agr. Sci. Cambridge. 83:477-493. United States of America.
- International Rice Research Institute (IRRI) 1977. Drought Resistance Field Performance of Rices in Rainfed Culture. Pp. 89-97. In Annual Report for 1977. Irri, Los Baños, Phillipines.
- Johnson, V.A., S.L. Shafer and J.W. Schmit. 1968. Regresion Analysis of General Adaptation in Hard Red Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Crop. Sci. 8 : 187-191. United States of América.
- Kaltsikes, P.J. 1971. Stability of Yield Performance in Triticale and Common and Durum Wheats. Crop Sci. 11 : 573- 575. United States of América.
- Kambal, A. E. and M.A. Mahmoud. 1978. Genotype x Environment interactions in Sorghum Variety Testa in The Sudan Central Raen Land. Expl. Agric. 14 :41-48. United States of América.
- Kiss, A. 1966. Neve. Richtung in der Triticale-Zuchtung. Z. Pflanzenzucht. 55 : 309-329. United States of América.
- Kotel 'Nikova, L.K. 1984. Correlations between yield and yield components in triticales. In Genetich echic osnovy selektsii sel' skokhozyaistev nnykh reasteniizhivotnykh, Ed. A.A. Zhuchenko.
- Langer, I., K.J. Frey and T.B. Bailey. 1978. Production Response and Stability Characteristics of Oat Cultivars Developed in Different areas. Crop. Sci. 18 :938-942. United States of America.
- Lefkovitch, L.P. 1985. Multi-Criteria in Genotype-Environment Interactions and Their Implications on the Precision of Regional Oat Tests in Albert. Can. J. Plant SCI. 68 :73-83 Canadá.
- Lin. C.S., M.R. Binns and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability Analysis : Where do we Stand ?. Crop Sci. 26 :894-899. United States of America.

- Lozano A., J. 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la Evaluación y Selección de Germoplasma de Triticale. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo, Coah., México.
- Márquez, S.F. 1974. El Problema de la Interacción Genético-ambiental en Genotecnia Vegetal. Chapingo, México. Ed. Patena.
- Martínez. R.S. 1985. Evaluación de Genotipos de Triticale en Condiciones de Sequía Natural. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Naidu, M.R., K.S. Gill, and G.S. Sandha. 1985. Correlated Respose in Triticale (*X. triticosecale* Wittmack). Journal of Research. Punjab Agricultural University. 22 (1) : 1- E. United States of América.
- Ozmanzai, M., J.K. Ransom., S.R. Waddington and M. Yoshida. 1984. Performance of Complete and Substituted Triticales in Stress and no Stress Environments. In: Agronomy Abstracts. 1983. Annual Meetings. American Society of Agronomy. CIMMYT. México.
- Paw, R.M., D. G. Faris and C.J. Williams. 1981. Genotype x Environment Interaction of Yield in Cereal Crops in North Western Canada. Candian Journal of Plants Science 62(2) : 255-263.
- Perkins J.M. and J.L. Jinks. 1968. Environmental and Genotype- Environmental Components of Variability. III. Multiple Lines and Crosses. Heredity 23 : 339 -356. Edinburg Great Britain.
- Pinthus, M.J. 1973. Estimate of Genotypic Value a Proposed Method. Euphytica. 22 :121-123 .Wageningen. United States of America.
- Pissarev, V. 1966. Different Aproaches in Triticales Breeding Proc. 2. Intern. Weat Genet. Symp. 1963. Hereditas Suppl. 2 :279-290. Lund, Sweden.
- Plaisted, R.L. and L.C. Peterson. 1959. A Technique for Evaluating the Ability of Selections to Yield Consistently in Different Locations or Seasons. Am. Potato J. 36. 381-385. United States of America.
- Plaisted, R.L. 1960. A Shorter Method for Evaluating the Ability of Selections to Yield Consistently Over Locations. Am. Potato J. 37 : 166- 172. New Jersey United States of America.
- Qualset, C.D., E. Rupert and J.D. Prato. 1976. Triticale in California : Review of Current Research and Appraisal as a New Cereal Crop. Proc. Int. Triticale Symp. 1973. 76-1 : 47-72. Lubbock, Texas.

- Rajaram, S.B., Skovmand and B.C. Curtis. 1984. Stadler Symposium. CIMMYT. México.
- Reséndiz G., J.L. 1987. Comportamiento de triticales (*X. tTriticosecale Wittmack*) completos y substituidos en dos ambientes del norte de México. Tesis Licenciatura. ICCAC. Saltillo, Coah., Mexico.
- Robinson, H.F. y R.E. Compstock and P.H. Harvey. 1951. Genotypic and Fenotypic Correlation in Corn and Their Implications in Selection. *Agronomy Journal*. 43 : 282- 287. United States of América.
- Romero D., R.S. 1985. Estudio de las Características y de Calidad, Parámetros Genéticos y Correlaciones en Líneas Completas y Substituidas de *Triticale hexaploide*. Tesis M.C. Colegio de Graduados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Sethi, G.B., B.M. Asawa, H.B. Sing, and R.K. Asawa. 1979. Factor Analysis of Grain Yield in Triticale. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 49 (7) : 504 : 506. United States of América.
- Sharma, R.L., E.L. Smith and R.W. McNew. 1987. Stability of harvest indez and grain yield in winter wheat. *Crop. Sci*. 27 :104.108. United States of America.
- Shukla, G.K. 1972. Some Statistical Aspects of Partitioning Genotype - Environmental Components of Variability Heredity. 29 : 237- 245. Edinburg. Great Britain.
- Skovmand, B., H. J. Braun and P.N. Fox. 1984a. Comparison of Agronomic and Quality Characteristics of Complete and Substituted Hexaploid Spring Triticales. Cimmyt, México.
- Skovmand, B.P.N. Fox and R.L. Villarreal. 1984b. Triticale in Comercial Agriculture : Progress and Promise. *Advances in Agronomy* 37 : 1- 45. CIMMYT. México.
- Tahir, M.A., M. Shakoor and M. Afzal. 1979. Improvement of Triticale for Rainfed Areas as Grain Cereal. *Proc. 5<sup>th</sup>. Int., Wheat Genet. Symp.* 1978. Pp. 1257- 1261. CIMMYT. Report. El Batán, México.
- Tai, P. y P. ; E.R. Rice ; V. Chew and J.D. Miller 1982. Phenotypic Stability Analysis of Sugarcane Cultivar Performance Tests. *Crop Sci*. 22 : 1179-1183. United States of America.
- Varughese, G., T. Barker y E. Saari 1987. Triticale. CIMMYT. México, D.F. 32 pp.

- Webster, O.J. 1972. Breeding Sorghum for the Seventies. Pp. 173-119. In. N.G.P. Rad and L.R. House (Eds.) Sorghum in Seventies 1979. Oxford and IBH Publishing CO. New Delhi. Bombay and Calcuta. 15p.
- Wricke, G. 1962. Über Eine Methode Zur Erfassung der Okologisehen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflxucht. 47 :92-96.
- Yates, F. and W.G. Cochran. 1938. The Analysis of Groups of Experiments. J. Agr. Sci. 28:556-580. United States of América.
- Zamora V., V.M. 1990. Comparación de Diferentes Estadísticos de Estabilidad de Rendimiento en Triticale. Tesis M.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Zillinsky, F.J. and N.E. Borlaug. 1971. Progress in Developing Triticale as an Agronomic Crop. Res. Bull. CIMMYT. Mexico. 17:1-27.

## **APENDICE**

**Cuadro A.1. Valores medios de la variable longitud de espiga para cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenvista	Múzquiz	riego	temporal
1	9.117	11.933	10.703	11.000	11.033	9.150
2	10.023	10.833	11.083	10.067	10.333	7.733
3	9.117	10.233	9.533	10.467	9.067	7.933
4	9.993	12.167	10.433	12.017	10.967	8.240
5	9.357	11.733	11.067	12.427	10.000	9.083
6	11.163	12.133	11.450	13.733	11.067	10.433
7	10.350	11.467	11.967	12.250	11.333	8.517
8	11.097	11.900	12.100	11.867	10.533	9.783
9	8.317	10.100	9.600	9.950	9.033	8.150
10	8.917	10.500	9.250	9.717	9.400	7.717
11	9.870	11.067	10.467	12.233	10.267	10.083
12	9.280	9.700	9.400	9.400	8.633	8.050
13	10.613	11.633	10.950	11.510	10.167	9.467
14	11.850	13.767	13.050	13.717	11.700	10.450
15	8.920	9.800	9.117	9.117	8.333	6.237

**Cuadro A.2. Valores medios de la variable número de espiguillas por espiga de cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenvista	Múzquiz	riego	temporal
1	18.367	25.907	26.033	24.233	24.967	19.800
2	22.867	25.733	25.967	25.900	25.633	18.433
3	21.967	26.000	24.400	25.933	24.467	20.633
4	22.533	26.867	24.667	25.967	25.867	18.257
5	21.133	27.967	26.167	27.433	25.233	21.767
6	22.800	25.733	24.600	26.933	25.367	22.400
7	22.967	25.633	28.933	26.833	26.567	18.900
8	22.200	25.567	25.900	26.333	24.367	20.867
9	21.100	24.900	25.300	25.433	25.033	21.167
10	21.023	25.867	23.900	24.733	23.767	18.867
11	22.067	25.400	24.817	27.500	25.433	21.633
12	21.433	23.267	22.833	23.933	23.100	18.667
13	21.600	25.333	24.167	24.133	24.533	21.500
14	21.280	25.400	25.200	24.733	23.467	20.367
15	15.267	17.667	16.333	16.333	15.967	10.200

**Cuadro A.3. Valores medios de la variable número de granos por espiga de cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenvista	Múzquiz	riego	temporal
1	39.500	63.533	55.600	59.067	51.533	46.533
2	50.500	62.667	67.867	69.967	57.300	36.500
3	46.433	47.833	55.367	57.467	44.067	40.500
4	45.700	60.733	54.433	63.733	55.433	34.553
5	44.333	57.467	57.100	65.867	48.733	43.367
6	50.667	54.167	57.933	71.600	55.833	41.700
7	51.500	55.700	61.267	65.933	60.100	41.767
8	43.933	50.700	58.533	62.733	49.467	39.867
9	41.700	43.700	49.567	54.467	43.833	40.400
10	45.133	52.067	50.667	57.233	47.167	37.933
11	43.800	49.933	56.267	67.233	50.467	46.667
12	49.700	47.967	51.967	54.233	40.100	38.733
13	48.700	52.433	59.633	57.267	46.600	37.967
14	50.533	68.033	65.300	68.667	53.367	44.500
15	27.433	42.633	41.033	35.500	39.133	38.333

**Cuadro A.4. Valores medios de la variable peso hectolítrico de cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenavista	Múzquiz	riego	temporal
1	72.667	32.942	74.933	71.500	69.333	70.067
2	74.000	40.993	75.933	73.667	74.533	76.267
3	70.000	35.436	74.067	70.333	68.800	69.467
4	69.667	38.489	72.467	70.333	65.667	66.967
5	70.667	36.272	71.800	72.133	69.267	70.633
6	72.000	34.855	73.067	72.000	71.133	71.567
7	71.000	40.989	71.533	72.000	67.800	70.900
8	70.333	41.162	72.067	71.533	68.600	71.600
9	70.000	34.292	73.333	73.167	70.400	69.767
10	68.000	34.002	71.867	71.267	69.000	68.667
11	69.667	35.737	73.067	70.367	68.267	71.233
12	72.333	31.621	77.800	73.333	73.067	74.933
13	72.333	36.284	75.067	74.133	70.200	74.133
14	74.333	33.316	73.033	67.000	60.000	70.100
15	80.667	26.864	78.333	80.667	72.833	74.933

**Cuadro A.5. Valores medios de la variable peso de 1000 granos de cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenavista	Múzquiz	riego	temporal
1	37.529	32.942	41.809	32.606	33.566	36.453
2	37.327	40.993	41.217	35.051	36.468	38.257
3	37.862	35.436	46.002	33.550	41.217	41.504
4	36.662	38.489	46.056	37.091	34.686	36.303
5	38.222	36.272	41.779	38.956	36.412	39.752
6	33.050	34.855	42.396	35.921	37.681	39.570
7	37.815	40.989	43.757	40.461	35.869	39.821
8	36.784	41.162	36.825	36.902	36.682	43.365
9	33.931	34.292	41.419	38.088	40.200	40.331
10	34.208	34.002	46.229	35.299	38.332	38.576
11	34.535	35.737	43.008	36.204	33.386	40.704
12	33.947	31.621	42.244	30.574	36.560	37.814
13	39.521	36.284	45.754	40.473	37.485	39.431
14	36.079	33.983	40.983	32.562	33.004	32.688
15	34.455	26.864	39.313	44.592	28.170	35.616

**Cuadro A.6. Valores medios de la variable rendimiento de cada localidad.**

Genotipo	Localidades				Navidad	
	Bermejillo	Abasolo	Buenavista	Múzquiz	riego	temporal
1	2.194	1.875	4.722	2.222	2.847	0.833
2	1.694	2.083	5.417	2.875	3.333	1.042
3	2.278	2.186	5.139	3.681	3.958	0.972
4	2.733	2.847	4.583	3.264	2.569	0.972
5	2.239	1.978	5.278	3.333	2.847	0.903
6	2.689	2.394	5.625	3.958	3.611	1.319
7	2.567	2.083	5.208	3.333	3.889	1.181
8	1.800	2.394	4.931	3.958	2.847	1.042
9	2.278	1.875	5.694	3.194	3.542	1.458
10	1.928	2.603	5.556	3.958	3.125	1.181
11	2.189	1.354	4.583	3.264	3.333	0.833
12	2.611	1.910	5.486	2.569	3.889	1.250
13	2.317	2.500	5.000	3.542	2.847	1.319
14	2.572	2.083	5.208	2.708	2.431	1.250
15	1.267	1.562	3.542	2.361	1.667	1.111