

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESPUESTA DEL TRITICALE A LAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA CIENEGA DE CHAPALA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A

ENRIQUE SANCHEZ JIMENEZ
GUADALAJARA, JALISCO. 1982

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 20 de Julio de 1982

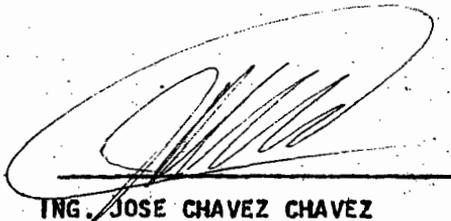
C ING" LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis
del PASANTE ENRIQUE SANCHEZ JIMENEZ
Titulada:

" RESPUESTA DEL TRITICALE A LAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA
CIENEGA DE CHAPALA ."

Damos nuestra aprobación para
la impresión de la misma.

DIRECTOR



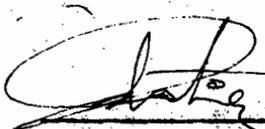
ING. JOSE CHAVEZ CHAVEZ

ASESOR

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA



ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ

enl.

DEDICATORIA

A MI MADRE: MARIA JIMENEZ DE SANCHEZ
EJEMPLO DE BONDAD Y TERNURA

A MI PADRE: MANUEL SANCHEZ SANCHEZ
CON RESPETO Y ADMIRACION

A MI ABUELITA: MARIA RIVAS
POR SU CARINO Y AFECTO

A MI MADRINA: MERCEDS CORONA RIVAS
POR SU CARINO

A MI NOVIA: LAURA GUILLERMINA MARILES ESTRADA
POR SU APOYO MORAL

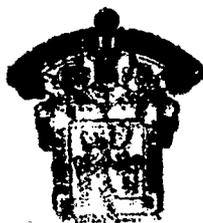


ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A MIS HERMANOS: ROBERTO
JOSE LUIS
MA. GUADALUPE
DAMIANA
ROSA
NENA
MANUEL
ADRIAN
RAUL
FELIPE

POR SU APOYO Y CARIÑO DE AYER,
HOY Y SIEMPRE

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA INTERVINIE--
RON EN MI FORMACION PROFESIONAL, PARA TODOS ELLOS MI AGRADECI
CIMIENTO.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por haber proporcionado los medios necesarios para llevar a cabo la presente investigación.

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara por su enseñanza.

A los Ings. M.C. José Chávez Chávez, Gabriel Martínez González y Salvador Mena Munguía por sus atinadas orientaciones, sugerencias y aportaciones en el desarrollo, revisión y corrección del presente estudio.

A los Ings. Adolfo Guzmán García, Roberto Herrera Mendoza y Fco. Armando Rodríguez Alvarez por su asesoramiento en la planeación y dirección para la mejor realización del presente estudio.

A mis compañeros Guillermo, Edgar, Baltazar y Benjamín por su constante estímulo y desinteresada amistad.

A los Ings. Hugo Moreno García y Jesús Sánchez González por sus enseñanzas y magnífica orientación en la parte estadística del presente trabajo.

Y a todas aquellas personas que colaboraron de una manera y otra en la realización del presente estudio.

C O N T E N I D O

	Página
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	viii
LISTA DEL APENDICE	ix
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
I.1 OBJETIVOS	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Descripción morfológica del triticale	4
2.2 Respuesta de los triticales a diferentes condiciones del ambiente.....	4
2.3 Densidad de Siembra	6
2.4 Correlaciones genotípicas y fenotípicas...	10
2.5 Regresión Lineal Múltiple.....	12
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Localidad	15
3.2 Clima	15
3.3 Suelo	15
3.4 Material utilizado	16
3.5 Desarrollo de trabajo	16
3.5.1 Preparación del terreno y siembra ..	16
3.5.2 Especificaciones del diseño experi- mental	18
3.6 Factores de estudio y variables de respues- ta	19
3.6.1 Factores de estudio.....	19
3.6.2 Variables de respuesta medidas	19

	Página
3.7 Cosecha	22
3.8 Análisis estadístico	22
3.8.1 Comparación de medias	23
3.8.2 Correlaciones	25
3.8.3 Regresiones	25
IV. RESULTADOS	28
4.1 Análisis de varianza generales	28
4.2 Prueba de medias	28
4.3 Estimación de correlaciones	28
4.4 Análisis de regresión múltiple	33
V. DISCUSION	35
5.1 Análisis de varianza generales	35
5.2 Comparación de medias	36
5.3 Correlaciones fenotípicas	38
5.4 La mejor ecuación de regresión	40
VI. CONCLUSIONES	42
VII. BIBLIOGRAFIA	43
VIII. APENDICE	47

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS		Página
1	CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN EL FUERTE, MUNICIPIO DE OCOTLAN, JALISCO. CICLO 1980-1981.	17
2	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DISEÑOS DE BLOQUES AL AZAR EN PARCELAS DIVIDIDAS (Martínez, 1980).	24
3	CUADRADOS MEDIOS Y F's CALCULADAS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES DE VARIACION: VARIEDAD, DENSIDAD E INTERACCION VARIEDAD POR DENSIDAD DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL CICLO AGRICOLA 1980-1981.	29
4	COEFICIENTES DE CORRELACION PARA LOS PARES POSIBLES DE CARACTERES ESTUDIADOS EN EL MATERIAL GENETICO QUE CONSTITUYO EL ESTUDIO, CICLO 1980-1981.	30
5	ECUACION DE REGRESION LINEAL MULTIPLE POR EL METODO "STEPWISE" PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO PARA LAS DOS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.	34
FIGURA		
1	RESPUESTA DEL TRITICALE A LAS DENSIDADES DE SEMILLA EN EL FUERTE, MUNICIPIO DE OCOTLAN, JALISCO. CICLO 1980-81.	39

LISTA DEL APENDICE

CUADRO		Página
A.1	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA RENDIMIENTO DE GRANO.	48
A.2	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PLANTAS POR M ² .	49
A.3	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA TALLOS POR M ² .	50
A.4	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA ESPIGAS POR M ² .	51
A.5	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA NUMERO DE SEMILLAS QUE SE ESPERABA - QUE GERMINARAN POR M ² .	52
A.6	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS POR M ² .	53
A.7	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PESO TOTAL DE LA PLANTA.	54
A.8	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PESO DE MATERIA SECA.	55
A.9	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA LONGITUD DE ESPIGA.	56

CUADRO		Página
A.10	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA ESPIGUILLAS POR ESPIGA.	57
A.11	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA GRANOS POR ESPIGA.	58
A.12	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PESO DE 200 GRANOS.	59

RESUMEN

La investigación agrícola en busca de un mayor incremento en la producción por unidad de superficie ha determinado diversos caminos a seguir, dentro de los cuales se tiene el trabajo genotécnico, realizado en una gran diversidad de especies, siendo algunas de ellas relativamente nuevas, tal es el caso del triticales; cultivo obtenido por el hombre al realizar una cruce intergenérica entre el trigo y el centeno. Aparte de crear nuevos materiales, el investigador necesita conocer el comportamiento de éstos en el medio ambiente, dado que éste influye de una manera determinante sobre las plantas.

En el presente estudio se trata de conocer el comportamiento en cuanto a rendimiento de variedades de triticales en la región denominada Ciénega de Chapala, así como también, de determinar la densidad de siembra óptima para las variedades de triticales más prometedoras con las que actualmente se dispone.

Para el efecto, se emplearon 6 variedades de triticales: Yoreme Tc1-74, Caborca Tc1-79, Cananea Tc1-79, M_2A_x BGL 1549-3Y-OM, Rahum y Bacum; como testigo de la región se utilizó la variedad de trigo harinero, Salamanca F-75. Se emplearon cuatro densidades de siembra 160, 180, 200 y 220 kg de semilla/ha. La siembra se realizó el 13 de Enero de 1981 en El Fuerte, Mpio. de Ocotlán, Jal. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con distribución bloques al Azar con cuatro repeticiones, se analizaron las correlaciones posibles entre pares y

también se determinó la mejor ecuación de regresión lineal múltiple por el método de "Stepwise".

En este estudio se ha considerado a los siguientes caracteres como variables independientes:

Número de plantas por m^2 (X_2), número de tallos por m^2 (X_3), número de espigas por m^2 (X_4), número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5), número de semillas germinadas por m^2 (X_6), peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8), longitud de espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}), granos por espiga (X_{11}), peso de 200 granos (X_{12}) y rendimiento de grano (X_1) como variable dependiente.

De acuerdo a lo antes señalado los resultados fueron los siguientes: a) las variedades fueron diferentes entre sí, obteniendo una Fc. mayor al 0.1; b) las densidades fueron iguales entre sí; c) no hubo interacción variedad por densidad. Las conclusiones a que se llegó fueron:

De los genotipos que se probaron, 3 únicamente rinden igual estadísticamente que la mejor variedad de trigo harinero de la región.

De las densidades probadas, no hubo respuesta. fueron iguales estadísticamente.

Los caracteres peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8) y espiguillas por espiga (X_{10}) son las únicas correlaciones observadas y en forma positiva con rendimiento de

grano (X_1).

La ecuación de regresión múltiple que explica mejor el rendimiento es:

$$X_1 = -0.03557 + 1.0041 X_7 \text{ (peso total de la planta)} \\ -1.003 X_8 \text{ (peso de materia seca).}$$

I. INTRODUCCION

Considerando que en nuestro país es cada día más crítica la situación demográfica, es necesario el incremento de la producción y de la calidad de granos básicos.

Esta situación ha tenido dos fases por las cuales se ha venido resolviendo: 1) aumentando el área de producción, y 2) aumentando la productividad (rendimiento unitario). En el primer punto la mala distribución hidrológica, y las condiciones topográficas críticas, limitan la expansión de los cultivos a nuevas zonas de producción, siendo ésta cada día un factor más restringido. En lo que toca a la segunda alternativa, la cual representa la más segura posibilidad de lograr incrementos en la producción, es fundamental la investigación agrícola orientada al incremento de la producción y productividad de los cultivos.

La investigación agrícola ha buscado diversos caminos para alcanzar estos objetivos, uno de ellos es el trabajo genético, realizado en una gran diversidad de especies, siendo algunas de ellas relativamente nuevas, tal es el caso de triticale; cultivo obtenido por el hombre al realizar una cruce intergenérica entre trigo y centeno. Fue hasta la década pasada cuando en México se inició su explotación comercial obteniéndose rendimientos satisfactorios con respecto a otros cereales de grano pequeño, mismos que han impulsado su explotación en diversas áreas del país, ya que ofrece una alternativa

va más para incrementar la producción por unidad de superficie.

Aparte de crear nuevos materiales el investigador necesita conocer el comportamiento de estos con el medio ambiente, dado que éste influye de una manera determinante sobre las plantas.

En el municipio de Ocotlán, Jalisco el cultivo predominante de invierno es el trigo. En el ciclo 1979-1980, de la superficie sembrada, ocupó el ochenta y siete por ciento; en el ciclo 1980-1981, el noventa y cuatro por ciento. Se considera que el triticale puede superar en rendimiento unitario y una mejor calidad proteínica al trigo y al centeno, sus progenitores. Ya ha mostrado su adaptación a suelos ácidos, tolerancia a sales y su producción en áreas frías.

No obstante, las amplias perspectivas que ofrece el cultivo del triticale, su uso no ha sido tan extensivo como se deseara, debido principalmente al reducido número de estudios realizados para evaluar su adaptación a diferentes ambientes y sistemas de manejo.

Esta situación motivó a la realización del presente trabajo, el cual tuvo como principal objetivo la introducción y evaluación de la adaptación y potencial de rendimiento de un grupo de genotipos de triticale, bajo las condiciones de cultivo que presenta la localidad de El Fuerte, municipio de Ocotlán, Jalisco, de la Ciénega de Chapala.

1.1 OBJETIVOS

- 1.1.1. Comparar el potencial de rendimiento de variedades de triticales con respecto a la variedad de trigo harinero Salamanca F-75 en la región denominada como Ciénega de Chapala.
- 1.1.2. Determinar la densidad de siembra óptima para las variedades de triticales más prometedoras de que actualmente se dispone.
- 1.1.3. Demostrar en forma práctica que este cultivo de alternativa tiene iguales o mejores rendimientos en comparación con el trigo.

1.2 HIPOTESIS

El triticales se adapta a las condiciones ambientales de la Ciénega de Chapala y puede constituir una alternativa de producción como cultivo de invierno.

Las densidades de siembra influyen en el rendimiento de trigo y triticales.

II. REVISION DE LITERATURA

El triticale es un cereal nuevo en el medio agrícola de México.

El CIMMYT en 1976 describe la forma en que se inició la investigación con las primeras introducciones de plantas hexaploides procedentes de la Universidad de Manitoba, Canadá. Mediante convenios de intercambio entre éstas dos instituciones, se realizó un trabajo más intensivo con el germoplasma canadiense, no obstante las condiciones de latitud de México más bajas que las usuales hicieron que el triticale mostrara una pobre adaptación al medio ambiente en esos años.

2.1 Descripción morfológica del triticale.

La poliploidia va acompañada siempre de modificaciones en los caracteres físicos de los sujetos (fenotipos) y el caso presente no es una excepción. En comparación con sus progenitores (Trigo y Centeno), el triticale presenta un crecimiento más lento en las primeras etapas de su desarrollo, las hojas son más grandes, los tallos a menudo más rígidos, las anteras de mayor tamaño, la espiga adquiere gran longitud con características intermedias entre la de sus padres y en general puede decirse que las plantas presentan mayor vigor. (Quiñones 1966).

2.2 Respuesta de los triticales a diferentes condiciones del ambiente.

Venegas (1977), reporta que los triticales han manifestado un alto grado de rusticidad, pues han reaccionado favorablemente en cualquier micro-clima de la Meseta Comiteca de Chiapas, tanto en Verano como en Invierno; sus rendimientos en general han sido estadísticamente similares a los de las mejores líneas o variedades de trigo y en ocasiones superiores, especialmente en Invierno. Un problema que se ha venido intensificando es la severidad con que la roya de la hoja lo ataca especialmente en siembras tardías o cuando las temperaturas son altas para el desarrollo del patógeno.

Arredondo (1977), reporta que los triticales han mostrado adaptación a las condiciones ambientales en la Mixteca Oaxaqueña y se ve la posibilidad de introducirlos a niveles comerciales puesto que en las pruebas de rendimiento se ha observado que igualan y en algunos casos superan a los trigos.

En informe del Departamento de Cereales (1977) el INIA, reporta que las variedades de triticales en Delicias y Zacatecas rindieron igual estadísticamente a las mejores variedades de trigo harinero recomendadas para la región.

Las prácticas de manejar dos ciclos de cultivo por año en México bajo condiciones agroclimáticas diferentes ha mejorado significativamente, la adaptación de los triticales Mexicanos. El CIMMYT (1979) señala que los triticales han mostrado mayor tolerancia a las heladas que los trigos durante las primeras etapas del desarrollo vegetativo.

Cerdán (1979), en un estudio de variedades y densidades

para el cultivo del triticale en el Valle de Zapopan, concluyó que de las seis variedades con las que se realizó la experiencia solamente tres tienen potencial de adaptación que fueron: Cananea Tc1-79, Yoreme Tc1-75 y Beagle.

2.3 Densidad de Siembra.

Según Lang (1956), Duncan (1958), Termude (1963), citados por Martínez (1973), coinciden en que las características propias de la variedad son también de importancia para elevar los rendimientos unitarios pues ya ha sido comprobado que las variedades o híbridos responden en forma diferente a la influencia de factores como la energía solar, el agua, los nutrientes del suelo y la temperatura.

En las gramíneas, el embrión generalmente contiene yemas en las axilas del coleoptilo y en la primera o segunda hoja (Langer, 1956). En cierto estado después de la germinación de la plántula empiezan a producir brotes laterales o tallos a partir de esas yemas y subsecuentemente yemas axilares. Con excepción de las yemas del coleoptilo, los tallos aparecen en sucesión acropétala, pero las condiciones ambientales determinan cuál yema es la primera en emerger fuera. Bajo condiciones desfavorables las primeras pocas yemas axilares permanecen sin desarrollar y el amacollamiento empieza en nudos más altos.

Butting y Drennan (1966), señalan que entre las causas que motivan el amacollamiento, están los nutrientes, la densi-

dad, el genotipo.

Martín y Leonard (1955), citados por Gastelum (1976), concluyeron que la densidad de siembra depende del tipo de suelo, humedad, localización, fecha de siembra, prácticas culturales, variedad usada y calidad de la semilla.

Peterson, citado por Pelton, reportó que las densidades de siembra para trigo de primavera en el mundo varían con un rango de 17 a 200 kg/ha. Las bajas densidades fueron más favorables al rendimiento en regiones áridas y semi-áridas.

Donald (1963), obtuvo resultados con ensayos de maíz, trigo, trébol y pasto. Señaló que la curva de materia seca mantuvo un máximo rendimiento aún en muy altas densidades, mientras que la curva de producción de grano mostró un valor máximo a una densidad óptima y disminuyó de 10 a 40% con densidades más altas. También el valor del rendimiento de materia seca empezó a ser constante. Lo anterior le sugirió que la densidad mínima para un rendimiento máximo de materia seca, puede ser también, la densidad de siembra que del máximo rendimiento de grano

Puckridge y Donald (1966), estudiaron los efectos de competencia entre plantas sobre la producción de materia seca y grano; establecieron una densidad de 1.4 a 1078 plantas por m²; efectuaron medidas de intercepción de luz y desarrollo; observaron primero una etapa en la cual no existía competencia entre plantas a ninguna densidad, y segundo, que la producción de materia seca tiene una relación lineal con la densidad de

población. Esto ocurrió después de una etapa en la cual el crecimiento del cultivo mostró una relación lineal a la interacción de la luz. Por lo anterior, se deduce que agua y nutrientes fueron adecuados y que la tasa de crecimiento dependió entonces del índice foliar, la intercepción y utilización de la luz.

Pelton (1969), en un trabajo de 8 años con trigo utilizó la variedad Chinock y las densidades 22, 45, 67 y 101 kg/ha en terrenos ociosos. Encontró que los rendimientos medios fueron más altos con las densidades más bajas; la población de plantas varió con las densidades en una proporción indirecta; el número de espigas por metro cuadrado fue más alto con las densidades altas y el número de granos por unidad de área no fue significativo.

Acosta (1971), en su estudio sobre el cultivo del trigo concluyó que el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento depende de las variedades utilizadas existiendo genotipos que a muy bajas densidades y por efecto de su amacollamiento son superiores a las densidades altas o por lo menos iguales; sin embargo, esto no sucede en todos los genotipos.

Rivera (1971), en experiencia realizada para medir la influencia de la densidad de siembra sobre el rendimiento y caracteres agronómicos en trigo utilizó diferentes fechas de siembra, 6 variedades y 4 densidades de población con un ran-

go de 80 a 200 kg/ha y un intervalo de 40 kg/ha. Encontró que los rendimientos logrados con las densidades de 160 y 200 produjeron durante este año, más que las de 80 y 120 debido probablemente a que durante los primeros meses se registraron temperaturas medias elevadas. Sin embargo, los resultados correspondientes a los ciclos 68-69 y 69-70 en experimentos similares la mayor producción se logró al sembrar 160-200 kg/ha en la primera decena de febrero.

Aguilar (1972), citado por Sahagún (1973), utilizó la variedad de trigo Yécora F-70 para medir la producción de materia seca en un amplio rango de cantidad de semilla por ha, encontró que no hubo diferencias estadísticas tanto en rendimiento de grano como en producción de materia seca en densidades de siembra de 50, 100, 200, y 300 kg de semilla por ha.

Aguilar (1977), en su investigación llevada a cabo sobre Interacción entre riegos de auxilio, fertilización nitrógeno-fosforada y densidad de población en triticale para la región de Nuevo Padilla, Tamps., concluye que no se detectó diferencias estadísticas para ninguno de los tratamientos estudiados.

Cerdán (1979), en el estudio de variedades y densidades para el cultivo potencial del triticale en el Valle de Zapopan concluye que de las cinco densidades probada hubo diferencia altamente significativa siendo las recomendadas 100 y 120 kg de semilla por ha.

2.4 Correlaciones Genotípicas y Fenotípicas.

Miller et al. (1958), enfatizan que las correlaciones observadas son aplicables solamente a las poblaciones específicamente analizadas ya que en otras poblaciones la asociación de genes puede ser totalmente diferente.

Goldemberg (1968), menciona que la estimación de correlaciones genéticas, es importante para el fitomejorador que pretende practicar selección indirecta para varios carácteres componentes de uno de ellos ya que esto le permite ahorrar tiempo y esfuerzo en el proceso de selección. Indica que el fenómeno de correlación genética puede atribuirse al efecto pleiotrópico de los genes o bien a otras causas.

Burton (1951), dice que la correlación genética es frecuentemente calculada para mostrar la relación entre dos o más variables aunque no muestren cuanto de la relación medida es heredable y de acuerdo con otros investigadores sugiere que algunos de los efectos no heredables pueden ser eliminados en parte, empleando la correlación genotípica basada en valores de varianza y covarianza genética.

Calixto (1975), señaló que las correlaciones fenotípicas se deben a causas genéticas, ya que cuando una correlación fenotípica fue significativa también lo fue la genotípica. Encontró que la correlación genotípica entre rendimientos y altura fue negativa; número de granos por espiga, espiguillas por espiga, longitud de espiga y la relación entre tallos con y sin

espiga entre el número de espigas por planta, presentaron correlación positiva y significativa con el peso de grano.

Escobar (1970), en estudios sobre correlación entre diferentes caracteres de trigo, indica que el rendimiento por planta estuvo asociado en forma positiva con número de tallos y número de espigas. En cambio los caracteres: peso de 100 granos, número de espiguillas por espiga, longitud de la espiga considerados como componentes del rendimiento, mantuvieron un cierto grado de asociación variable en magnitud, con el rendimiento; aunque estas asociaciones fueron negativas; en ningún caso, llegaron a ser significativas.

Arévalo (1974), al analizar los coeficientes de correlación genético-aditivas entre rendimiento de grano y otros caracteres de cebada indicó que el rendimiento estuvo asociado en forma positiva con macollos efectivos y relación paja-grano; negativamente, con área foliar de la hoja bandera, alcanzando todos los coeficientes un nivel de significancia del 1% en las correlaciones genotípicas el rendimiento de grano tuvo asociación positiva con relación paja-grano, macollos efectivos y espigas por planta. En forma negativa con días a floración a diferentes niveles de significancia.

Salamanca (1975), consideró 10 caracteres de trigo en cruza dialélicas F_1 y generaciones avanzadas. Encontró que el rendimiento de grano por planta está asociado en forma positiva y altamente significativa con días a espigamiento, nú-

mero de tallos por planta y número de granos por espiguilla. Estos caracteres podrían usarse en programas de selección indirecta para el rendimiento, previa determinación de un índice de máxima eficiencia relativa.

Hernández (1975), determinó las correlaciones genotípicas y fenotípicas entre 10 caracteres de trigo. Las correlaciones genotípicas para rendimiento de grano por planta con altura de planta, entrenudos por macollo, espiguillas por espiga, mostró alta significancia. De estas la correlación con altura de planta fue negativa y todas las correlaciones fenotípicas, fueron altamente significativas.

Hernández (1978), en experiencia obtenida con triticale forrajero en el Valle de Zapopan estudió la correlación existente entre altura de planta y rendimiento de forraje verde para conocer la influencia que tienen en la producción de forraje verde. Sin embargo, no encontró relación alguna entre ambas variables.

2.5 Regresión Lineal Múltiple.

Rickey y Willer (1925), citados por Calixto (1975), al estudiar siete variables en 4 variedades de maíz, utilizó la ecuación de regresión múltiple. Encontraron que el rendimiento estuvo relacionado en forma positiva con peso y longitud de mazorca y en forma negativa con el número de hileras y número de granos por hilera.

Estos resultados dieron un buen apoyo al uso del método de la mejor ecuación de regresión.

Grafius (1960), encontró que los componentes de rendimiento en maíz (W) son: número de mazorcas por planta, R; número de granos por hilera, S; número de hileras por mazorca, T; y peso de grano, U. En esta forma expresó el rendimiento como $W=RSTU$.

Si los cuatro componentes no están relacionados como en el caso de la cebada, puede decirse que los genes para cada componente son diferentes; su conclusión es que para rendimiento no está determinado por una constitución genética única.

Pérez (1974), en el estudio de comparación de métodos de selección de variables en regresión múltiple nos dice que en forma general se recomienda el uso del método Mandelbaun si el objetivo de la regresión es explicar el fenómeno, y los métodos Stepwise, Backward, Máximo R^2 y Mínimo R^2 si el objetivo es predicción.

Calixto (1975), señaló que el método Stepwise dio la ecuación que mejor explicó el rendimiento ($R^2 = 84\%$). En ese trabajo incluyó las variables altura de planta, número de entrenudos, longitud de espiga e índice de fertilidad (número de granos/número de espiguillas) finalmente agrega que la longitud de la espiga fue el carácter identificado como de más confianza para realizar selección indirecta del rendimiento de

grano de trigo.

González (1982), en la estimación y ponderación de componentes de rendimiento en trigo de temporal, en tres lugares de los Altos de Jalisco encontró mediante la determinación de la mejor ecuación de regresión lineal múltiple, que las variables que más contribuyen al rendimiento de grano son: a) para Tepatitlán: número de tallos, altura de planta, altura del ángulo de la hoja bandera, rendimiento por metro cuadrado, peso hectolítrico y número de espigas por planta; b) para Arandas: longitud el pedúnculo, número de espigas secundarias y rendimiento por metro cuadrado; c) para Lagos de Moreno: días a espigamiento, longitud del pedúnculo, altura del ángulo de la hoja bandera, número de espigas, peso de 200 granos, peso biológico total, rendimiento de espigas principales, rendimiento por metro cuadrado y días entre espigamiento y madurez.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localidad.

Este estudio se realizó en Rancho "El Fuerte", Municipio de Ocotlán, Jalisco, teniendo por coordenadas el paralelo 20° 18' de latitud Norte; el meridiano 102°46' de longitud Oeste, y una elevación sobre el nivel del mar de 1542 m.

3.2 Clima.

El clima de la región según la clasificación de Kopen modificada por Enriqueta García (Clasificación CETENAL), es de tipo (A) C(wo) (w) a(e)g, o sea que tiene un clima semicálido, subhúmedo, con un régimen de lluvias en verano; un porcentaje de lluvias invernal menor del 5% con respecto al anual; una oscilación de temperatura de 4-5°C durante el año.

La precipitación y temperatura media anual en un periodo de 13 años fue de 818,8 mm y 21.7° respectivamente. La temperatura máxima mensual registrada es de 24.7°C y se presenta generalmente en el mes de mayo y la más baja en enero con 17.6°C.

3.3 Suelo.

Los suelos de la región son aluviales, predominando en ellos, material madre de origen volcánico.

Los suelos de la zona de riego pertenecen a los vertisoles pélicos, según la clasificación establecida por la FAO/UNESCO y modificada por DETENAL.

La textura de estos suelos es arcillosa, sus características de cohesión y plasticidad dificultan su manejo agrícola. El pH es de valores cercanos a la neutralidad. El contenido de materia orgánica varía de medianamente pobre a pobre. El nitrógeno se encuentra en pequeñas cantidades, las cuales no satisfacen el normal desarrollo de los cultivos. El fósforo, tiene valores analíticos bajos. En cuanto a los niveles de calcio, magnesio y potasio, se puede reconsiderar que éstos son suficientes para cubrir las necesidades nutrimentales del cultivo. Prevalece la situación de que si el agua de riego es de mala calidad, los suelos pueden alcalinizarse. En cuanto a la topografía son suelos ligeramente ondulados con pendientes menores del 8% y presentan un duripan entre 50-100 cm.

3.4 Material utilizado,

Se usaron seis genotipos seleccionados por su rendimiento y precocidad mostrada en esta misma zona de estudio el ciclo anterior y un testigo, su cruce y pedigree se presentan en el Cuadro 1,

3.5 Desarrollo de trabajo,

3.5.1 Preparación del terreno y siembra.

CUADRO 1. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN EL FUERTE, MPIO. DE OCOTLAN, JALISCO. CICLO 1980-81.

VARIEDAD	ENCANE	EMBUCHE	ESPIGA- MIENTO	ALTURA (cm)	MADUREZ FISIOLOGICA
YOREME	53	73	77	100	118
CABORCA	52	70	75	86	100
CANANEA	51	71	76	103	118
M ₂ A _x BGL 1549-3Y-0M	52	77	83	115	125
BACUM	51	70	73	103	116
RAHUM	51	71	76	105	117
SALAMANCA	52	70	74	85	110

VARIEDAD	CRUZA Y PEDRIGREE
YOREME Tc1-75	Maya I _x Arm"S" x 2082-14M-1Y-16M-1Y-0M
CABORCA Tc1-79	M ₂ A _x Ira x 8417-E-1Y-7M-3Y-0M
CANANEA Tc1-79	M ₂ A x 2802-E-12M-1N-1M-0Y
M ₂ A _x BGL X 1549-3Y-0M	
RAHUM	Maya I _x Arm"S" x 2148-1N-1M-0Y
BACUM	Maya II _x Arm"S" x 2832-24N-3M-7N-4M-0Y

La preparación del terreno se llevó a cabo en base a la manera acostumbrada por el agricultor de la región: barbecho, rastreo y nivelación, además fue necesario para establecer el experimento surcar a 0.30 m dejando espacios libres para trazar las melgas. La siembra se hizo el 13 de enero de 1981.

3.5.2 Especificaciones del Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fue de un arreglo parcelas divididas, distribución bloques al azar; cuyas especificaciones se indican enseguida:

- a) Seis surcos de 5 m de longitud por parcela chica.
- b) Cuatro parcelas chicas correspondientes a cuatro densidades diferentes.
- c) Siete parcela grandes para variedades.
- d) Veintiocho tratamientos por repetición.
- e) Cuatro repeticiones.
- f) 1 m entre faja y faja.
- g) 2 m en calles de etiquetas.
- h) Siembra a chorrillo.
- i) Parcela útil, cuatro surcos centrales.
- j) Toma de datos en dos surcos de $1.67 \times 0.30 \text{ m} = 1\text{m}^2$
- k) Tratamiento de fertilización 160-40-00 *
- l) Se suministraron cinco riegos.
- m) Se mantuvo el cultivo libre de malas hierbas.
- n) Control de plagas.

* De esta fórmula se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra, y el resto se aplicó al momento del 1er. riego de auxilio que coincide con el amacollamiento.

3.6 Factores de estudio y variables de respuesta.

3.6.1 Factores de estudio.

Los factores de estudio son las variedades citadas en el Cuadro 1., con cuatro densidades de siembra que son: 160, 180, 200 y 220 kg de semilla por hectárea.

3.6.2 Variables de respuesta medidas.

Estas son: Rendimiento de grano (X_1), No. de plantas por m^2 (X_2), No. de tallos por m^2 (X_3), No. de espigas por m^2 (X_4), No. de semillas que se esperaba germinar por m^2 (X_5), No. de semillas germinadas por m^2 (X_6), peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8), longitud de la espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}), granos por espiga (X_{11}) y peso de 200 granos (X_{12}).

Porcentaje de germinación en laboratorio. Antes de la siembra del material se hicieron pruebas de germinación en laboratorio, colocando cien semillas tratadas con Arazán (fungicida), en cajas de "Petri" esterilizadas, de cada variedad en grupos de 20 semillas para cada caja se les colocó un papel filtro, después se les regó con agua destilada a un intervalo de tres días hasta que el coleoptilo fue visible, para esto se mantuvo el cultivo a una temperatura de 21°C.

Número de semillas que se espera germinen por m^2 . Se calculó la cantidad de semillas sembrada por m^2 y se pesaron tres muestras por tratamiento contando el número de semillas, toman

do la media, se multiplicó por el porcentaje de germinación obteniendo así el número de semillas que se esperaba que germinarán por m^2 .

Número de Plantas por m^2 . Mediante un muestreo de plantas a los 24 días de siembra se determinó el número de plantas por m^2 .

Días a encañamiento. Para determinar el número de días en que la planta se encontraba en esta etapa de crecimiento tuvo con los dedos de la mano la emergencia del primer nudo en cada tallo principal de la planta a la altura de un cm del suelo. Así pues el número de días se determinó cuando el 50% de la población presentó esta característica por cada tratamiento.

Días a embuche. En esta etapa la espiga ya completamente emergida (sin grano), se encontraba encerrada en la vaina de la hoja bandera, formando un abultamiento, cuando el 50% de la población presentó esta característica se tomó como días a embuche.

Días a espigamiento. Esta etapa se determinó cuando el 50% de la población presentaba la espiga completamente emergida y a la cual se le denomina de igual manera periodo de antesis o floración.

Altura de Planta. A los cien días de la siembra, cuando el grano de la espiga se encontraba en estado masoso y de un color amarillo dorado se procedió a medir la altura de la plan

ta del raz del suelo hasta el extremo de la espiga.

Número de tallos por m^2 . A los 100 días de efectuada la siembra, se hizo el conteo de tallos, considerando aquellos que sobrepasaban los 20 cm.

Número de espigas por m^2 . A los 115 días de sembrado el experimento se efectuó el conteo de espigas por tratamiento, tomando en cuenta aquellas espigas que resultaron en los primeros tallos al amacollar y desechando aquellos que fueron el resultado de los macollos posteriores.

Díaz a madurez fisiológica. Esta etapa se determinó cuando el 50% de la población por cada tratamiento, se encontraba completamente seca y la espiga el grano formado por la espiga, se encontrara en estado de completa madurez.

Rendimiento de paja y grano. Se cortó la parcela al raz del suelo y se obtuvo el peso del grano mas la paja en kg por parcela para posteriormente convertirlos en ton/ha.

Rendimiento de grano. El rendimiento se obtuvo al cosechar el grano por cada tratamiento en kg, los cuales también se transformaron a ton/ha.

Longitud de la espiga. Se tomó una muestra de 10 espigas al azar de los tallos principales, se midió cada una de las espigas desde su base hasta la última espiguilla, sin tomar en cuenta las aristas y se tomó el promedio de la muestra para cada tratamiento.

Espiguillas por espiga. De la misma muestra anterior cada una de las espigas se contó el número de espiguillas y se tomó el promedio.

Número de granos por espiga. Se contaron los granos de cada una de las espigas de la muestra mencionada, tomando como base el promedio.

Peso de 200 granos. Se tomó una muestra de 200 granos para cada tratamiento a partir de las espigas mencionadas y el peso en gramos para cada tratamiento.

3.7 Cosecha.

La cosecha se realizó a medida que cada una de las variedades daba el punto de maduración; de manera que, fue realizada durante un lapso de aproximadamente diez días, la trilla se realizó valiéndose para ello de una máquina "Pullman".

3.8 Análisis Estadístico.

Con la información racabada para cada variable se realizó el análisis de varianza correspondiente al diseño parcelas divididas con distribución en bloques al azar; el modelo Estadístico de este diseño es el siguiente: (Martínez, 1980)

$$Y_{ijk} = U + B_i + T_j + N_{ij} + O_k + (TO)_{jk} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, r, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad K = 1, 2, \dots, q,$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la característica en estudio.

U = Efecto General.

B_i = Efecto del bloque completo i .

T_j = Efecto del tratamiento j sobre la parcela grande

N_{ij} = Elemento aleatorio del error sobre la parcela grande (ij)

O_k = Efecto del subtratamiento k dentro de la parcela grande (ij)

$(TO)_{jk}$ = Interacción entre el tratamiento k .

e_{ijk} = Error sobre la parcela chica (ijk).

Considerando las propiedades de los elementos de error, las e_{ijk} son no correlacionadas con las n_{ij} , además

$$E(e_{ijk}) = 0, E(n_{ij}) = 0, E(e^2_{ijk}) = \sigma^2_s, E(n^2_{ij}) = \sigma^2_p,$$

$$E(e_{ijk} e_{lmn}) = 0$$

$$E(n_{ij} n_{lm}) = 0$$

El análisis de varianza para este modelo se ilustra en el Cuadro 2.

3.8.1 Comparación de medias.

Se utilizó para las comparaciones de medias la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia del 0.05% (Little T. y Hills F.J., 1978).

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DISEÑOS DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR EN PARCELAS DIVIDIDAS (Martínez, 1980)

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	ESPERANZA DE LOS CUADRADOS MEDIOS
Bloques (B)	$r-1$	$r \frac{B^2}{\sum_{i=1}^r \lambda_i} - \frac{G^2}{rpq}$	CMB	
Tratamientos (T)	$p-1$	$p \frac{\tau^2}{\sum_{j=1}^p \tau_j} - \frac{G^2}{rpq}$	CMT	$\sigma_s^2 + q\sigma^2 + \frac{trq_j \sum \tau_j^2}{p-1}$
Error parcelas grandes (E_p)	$(p-1)(r-1)$	SEC_p	CME_p	$\sigma_s^2 + q\sigma^2 p$
Subtotal	$rp-1$	$\sum \frac{Y^2}{\lambda_j} - \frac{G^2}{rpq}$		
Subtratamientos (S)	$q-1$	$q \frac{S^2 k}{rp} - \frac{G^2}{rpq}$	CMS	$\sigma_s^2 + rp \frac{\sum \sigma_k^2}{q-1}$
T X S	$(p-1)(q-1)$	SCTS	CMTS	$\sigma_s^2 + r \frac{\sum \sum (\tau\sigma)^2_{jk}}{(p-1)(q-1)}$
Error parcelas chicas (E_s)	$p(r-1)(q-1)$	SCE_s	CME_s	σ_s^2
Total	$rpq-1$	$\sum_{ijk} Y^2 - \frac{G^2}{rpq}$		

3.8.2 Correlaciones.

Para llevar a cabo el cálculo de los coeficientes de correlación entre todos los pares posibles de caracteres, se efectuó de acuerdo con la fórmula $r = \frac{\sum X Y}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$ para este caso.

3.8.3 Regresiones.

Se practicó regresión múltiple de acuerdo al método de Stepwise para lo que se utilizó el paquete SAS 79 (Statistical Analysis System), que consiste en un procedimiento integrado de reducción estadística de datos y ha sido desarrollado por Barr et al (1979), de la Universidad de Carolina del Norte. Cubre la mayor parte de las necesidades en el procedimiento electrónico de información estadística de acuerdo con los métodos estandar de análisis.

$$Y_i = \alpha + B_i X_{ij} + \dots + B_k X_{ki} + E_i$$

α = Media.

B_i = Coeficiente de Regresión.

X_{ij} = Variable independiente.

E_i = Error.

Donde los X_i son constantes conocidos, la Y_i variable aleatoria observables y los e_i términos aleatorios de error, tales que:

$$E(e_i) = 0, E(e_i^2) = \sigma^2, E(e_i e_{i'}) = 0 = i, i' = 1, 2, \dots, n$$

Entonces mínimos cuadrados da los mejores estimadores lineales, insesgados de los parámetros desconocidos α , Y B.

El desarrollo de este método efectúa una reexaminación en cada etapa en que se incorporan nuevas variables al modelo; este comprende los siguientes pasos:

1) A partir de la matriz de correlación múltiple se escoge aquella variable dependiente, por ejemplo X_i .

2) La siguiente variable que entra al modelo es la que tenga el más alto valor de correlación parcial, por ejemplo X_j .

3) Se tiene la ecuación $Y = f(X_i, X_j)$, el método ahora examina si X_i entra al modelo o no, primero que X_j . Esto se decide con la prueba parcial de F; cuando F parcial $>$ F tabulada, se deja a la variable dentro del modelo. La siguiente variable que entra es aquella con la correlación parcial más alta (X_k) sin considerarlas ya existentes en el modelo, así se tiene:

$$Y = f(X_i, X_j, X_k)$$

4) Esta ecuación de regresión, es ahora estimada por mínimos cuadrados. La variable X_k debe entrar con valor de F secuencial superior al valor de F determinado por la probabili-

dad previamente fijada. En esta parte las F parciales de X_i y X_j indican si estos valores deben permanecer o no en la ecuación de regresión.

5) Se incorpora otra variable con coeficiente de correlación parcial más alto y se repite el paso "4" hasta que no exista más variable, cuyo valor de F parcial sea superior al de F tabulada.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza generales.

En el Cuadro 3, se muestran los cuadrados medios (CM), las F's calculadas para las fuentes de variación: variedad, densidad y la interacción variedad por densidad para las variables X_1 , X_2 , X_3 X_{12} ; así mismo los coeficientes de variación (C.V.) para cada variable. En este Cuadro los niveles de significancia de los valores de F están referidos a probabilidades de 5% (*) y 1% (**).

4.2 Prueba de Medias.

Se detectaron diferencias altamente significativas entre medias de variedades para los doce caracteres medidos, hubo diferencia entre medias de densidades para los caracteres X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 y X_9 . Para conocer cuales tratamientos son los mejores se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Cuadros 1 y 2 del Apéndice.

4.3 Estimación de Correlaciones.

Los coeficientes de correlación, para todos los pares posibles de los doce caracteres estudiados aparecen en el Cuadro 4, dichos coeficientes miden el sentido y el grado de asociación entre dos variables, estimación que puede indicar la relación genética que existe entre ellas.

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS Y F's CALCULADAS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LOS FACTORES DE VARIACION: VARIEDAD, DENSIDAD E INTERACCION VARIEDAD-POR DENSIDAD DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL CICLO AGRICOLA 1980-1981.

VARIABLE	C M			F			CV**
	VARIEDAD	DENSIDAD	INTERACCION VxD	VARIEDAD	DENSIDAD	INTERACCION	
X ₁	2.78	0.99	0.54	4.38**	1.56	0.86	16.87
X ₂	45361.00	29553.00	2020.00	15.62**	10.17**	0.70	20.55
X ₃	30305.00	7823.00	3557.00	9.87**	2.64*	1.17	12.67
X ₄	21816.00	7717.00	2595.00	9.36**	3.31	1.11	12.79
X ₅	138675.00	64236.00	226.00	-	-	-	0.0
X ₆	45086.00	28704.00	2004.00	15.59**	9.93**	0.69	20.52
X ₇	57.72	0.64	4.10	16.55**	0.18	1.18	12.21
X ₈	41.66	0.11	3.97	15.84**	0.04	1.51	15.34
X ₉	13.36	2.69	1.06	11.43**	2.30*	0.90	11.11
X ₁₀	261.40	2.30	0.78	185.94**	1.64	0.55	5.39
X ₁₁	536.00	42.00	18.00	12.81**	0.99	0.44	12.73
X ₁₂	15.88	0.28	0.39	36.96**	0.67	0.92	7.72

* Significancia al 5% de probabilidad.

** Significancia al 1% de probabilidad.

*** Coeficiente de variación.

CUADRO 4. COEFICIENTES DE CORRELACION PARA LOS PARES POSIBLES DE CARACTERES ESTUDIADOS EN EL MATERIAL GENETICO QUE CONSTITUYO ESTE ESTUDIO. - CICLO 1980-1981.

GARAC TER	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
X ₁	-0.04	0.016	0.008	0.179	-0.057	0.601**	0.326**	0.100	0.219*	0.163	0.035
X ₂		0.207*	0.192*	0.529**	0.999**	0.029	0.060	-0.112	-0.014	0.025	0.006
X ₃			0.864**	0.060	0.208*	-0.086	-0.108	-0.346**	-0.482**	-0.299**	-0.141
X ₄				0.067	0.193*	0.083	0.006	-0.325**	-0.407**	-0.272**	-0.166
X ₅					0.526**	0.229*	0.204*	-0.012	0.201*	0.062	0.060
X ₆						0.028	0.061	-0.110	-0.013	0.026	0.008
X ₇							0.958**	0.359**	0.584**	0.372**	-0.091
X ₈								0.390**	0.608**	0.380**	0.119
X ₉									0.636**	0.549**	0.204*
X ₁₀										0.683**	-0.052
X ₁₁											0.117

** Significativos al 1% de probabilidad.

* Significativos al 5% de probabilidad.

De las observaciones de los resultados del Cuadro 4, se aprecian las correlaciones siguientes:

Se observa que el más alto rendimiento de grano (X_1) está asociado positivamente con el mayor peso total de la planta (X_7) peso de materia seca (X_8) y espiguillas por espiga (X_{10}).

Número de plantas por m^2 (X_2) con número de tallos por m^2 (X_3) número de espigas por m^2 (X_4), con número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5) y número de semillas germinadas por m^2 (X_6) en forma positiva.

Número de tallos por m^2 (X_3) con número de plantas por m^2 (X_2) número de espigas por m^2 (X_4), número de semillas germinadas por m^2 (X_6) en forma positiva y en forma negativa con longitud de espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}) y granos por espiga (X_{11}).

Número de espigas por m^2 (X_4) con número de plantas por m^2 (X_2), número de tallos por m^2 (X_3), número de semillas germinadas por m^2 (X_6) en forma positiva y en forma negativa con longitud de espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}) y granos por espiga (X_{11}).

Número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5) con número de plantas por m^2 (X_2), número de semillas germinadas por m^2 (X_6), peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8) y espiguillas por espiga en forma positiva (X_{10}).

Número de semillas germinadas por m^2 (X_6) con plantas por m^2 (X_2), número de tallos por m^2 (X_3), número de espigas por m^2 (X_4) y número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5) en forma positiva.

Peso total de la planta (X_7) con rendimiento de grano (x_1), número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5), peso de materia seca (X_8), longitud de la espiga (X_9) espiguillas por espiga (X_{10}) y granos por espiga (X_{11}) en forma positiva.

Peso de materia seca (X_8) con rendimiento de grano (X_1), número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5), peso total de la planta (X_7), longitud de la espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}) y granos por espiga (X_{11}) en forma positiva.

Longitud de la espiga (X_9) con peso total de la planta (X_7) peso de materia seca (X_8), espiguillas por espiga (X_{10}), granos por espiga (X_{11}) y peso de 200 granos (X_{12}) en forma positiva y en forma negativa con tallos por m^2 (X_3) y espigas por m^2 (X_4).

Espiguillas por espiga (X_{10}) con rendimiento de grano (X_1) número de semillas que se esperaba que germinaran por m^2 (X_5), peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8), longitud de la espiga (X_9) y granos por espiga (X_{11}) en forma positiva y en forma negativa con número de tallos por m^2 (X_3) y número de espigas por m^2 (X_4).

Granos por espiga (X_{11}) con peso total de la planta, peso de materia seca (X_8), longitud de la espiga (X_9), número de espiguillas por espiga (X_{10}) en forma positiva y en forma negativa con número de tallos por m^2 (X_3) y número de espigas por m^2 (X_4).

Peso de 200 granos (X_{12}) con longitud de la espiga (X_9) en forma positiva.

4.4 Análisis de Regresión Múltiple.

Para el estudio de la mejor ecuación de regresión se incluyeron las variables X_2 a X_{12} y rendimiento de grano (X_1 : variable por mejorar) en el Cuadro 5, se anotan las variables en el orden que siguieron para ser aceptadas por el método "Stepwise"; el coeficiente de determinación múltiple R^2 , el análisis de varianza, y los coeficientes de regresión para las dos variables que se incluyeron: de esta manera se tiene que la ecuación que mejor explica el rendimiento es la que sigue:

$$X_1 = -0.03557 + 1.0041 X_7 - 1.0030 X_8$$

CUADRO 5. ECUACION DE REGRESION LINEAL MULTIPLE POR EL METODO "STEPWISE" PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO PARA LAS DOS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.

No. EN EL MODELO	R ²	VARIABLES EN EL MODELO
1	0.3629321	X ₇
2	0.98724387	X ₇ X ₈
3	0.98739417	X ₆ X ₇ X ₈
4	0.98724387	X ₇ X ₈

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F CALCULADA	PROB. F
REGRESION	2	92.987	46.494	4217.95**	0.0001
ERROR	109	1.202	0.011		
TOTAL	111	94.188			

V. DISCUSION

5.1 Análisis de Varianza Generales.

Los resultados de los análisis de variación (Cuadro 3), muestran diferencias estadísticas entre variedades para todos los factores estudiados; lo cual era de esperarse dado que son materiales diferentes genéticamente, se mostraron evidencias de que existen diferencias reales. Estas diferencias estadísticas entre variedades apoyan al estudio realizado por Acosta (1971), dice que el efecto de la densidad sobre el rendimiento depende de las variedades utilizadas existiendo genotipos que a muy bajas densidades y por efecto de su amacollamiento son superiores a las densidades altas o por lo menos iguales.

Respecto a la variación estadística habida entre densidades en los caracteres número de plantas por metro cuadrado (X_2), número de tallos por metro cuadrado (X_3), número de espigas por metro cuadrado (X_4), número de semillas germinadas por metro cuadrado (X_6) y longitud de espiga (X_9), son también de esperarse ya que son los que están influyendo directamente sobre la densidad de población, esto de acuerdo con Pelton (1969), dice que el número de espigas fue más alto con las densidades más altas.

Con respecto a los coeficientes de variación reportados en este trabajo, se observa que son relativamente altos para los ca

racteres número de plantas por metro cuadrado (X_2) y número de semillas germinadas por metro cuadrado (X_6); y bajos para los caracteres número de semillas que se esperaba que germinaran por metro cuadrado (X_5), espiguillas por espiga (X_{10}), y peso de 200 granos (X_{12}), mientras que los restantes fueron intermedios. Al considerar las condiciones climatológicas, la nivelación del terreno, en que se desarrolló el experimento cabe mencionar, que después de haber aplicado el riego de siembra al tercer día se inició una lluvia que se prolongó varios días consecutivos, lo cual afectó en mayor o menor grado la germinación del grano de las variedades y por lo tanto, estos caracteres resultaron con un mayor coeficiente de variación.

5.2 Comparación de Medias.

Al comparar las medias de variedades se tiene, que los valores más altos para los caracteres rendimiento de grano (X_1), número de semillas que se esperaba que germinaran por metro cuadrado (X_5), peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8), longitud de la espiga (X_9), espiguillas por espiga (X_{10}) y granos por espiga (X_{11}) correspondieron a la variedad M_2Ax BGL 1549-3Y-0M, para los caracteres número de tallos por metro cuadrado (X_3) y espigas por metro cuadrado (X_4) la variedad $Ba-cum$, para los caracteres número de plantas por metro cuadrado (X_2) y número de semillas germinadas por metro cuadrado (X_6) la variedad $Yoreme$ Tc1-74 y para el caracter peso de 200 granos (X_{12}) la variedad testigo $Salamanca$ F-75.

En rendimiento de grano, el estudio indicó que la variedad más rendidora es la que tiene menos tallos, menos espigas, pero

la longitud de espiga fue más grande y por lo tanto el número de granos por espiga fue mayor; esto da luz al hecho del porque las variedades tienen un rendimiento similar aunque fenotípicamente sean diferentes y existe la oportunidad bajo estas condiciones de seleccionar la variedad que reúna las máximas cualidades agronómicas y ésta de acuerdo con lo escrito por Lang (1956), Duncan (1958), Termude (1963) que las características propias de la variedad son también de importancia para elevar los rendimientos unitarios.

Al comparar las medias para densidades se observó que el valor más alto para los caracteres número de plantas por metro cuadrado (X_2), número de tallos por metro cuadrado (X_3), número de espigas por metro cuadrado (X_4), número de semillas que se esperaban germinar por metro cuadrado (X_5), y número de semillas germinadas por metro cuadrado (X_6) corresponde a la densidad más alta (220 kg de semilla por ha), mientras que para el carácter longitud de espiga (X_9) la media más alta fue la densidad de 180 kg de semilla por ha, lo cual era de esperarse ya que los caracteres primeramente mencionados son los que tienen la densidad más alta lo cual coincide con Pelton (1969), en cuanto al carácter longitud de espiga fue el que menos plantas tuvo. probablemente por efectos ambientales y en estas condiciones el desarrollo de la espiga fue mayor por la baja competencia en cuanto a la luz, aire y nutrientes.

En lo que respecta a los caracteres rendimiento de grano (X_1) y peso de materia seca (X_8) no presentaron diferencia sig-

nificativa lo cual indica que el espacio de exploración fue limitado y no se llegó a los valores mínimos y máximos del fenómeno de producción, lo cual indica que se mantuvo dentro de la curva de producción y al observar la Figura 1, encontramos que el rendimiento de grano empezó a incrementarse con la densidad de siembra alcanzando un máximo para empezar a declinar el rendimiento con la densidad más alta, lo cual concuerda a los resultados obtenidos por Donald (1963).

5.3 Correlaciones Fenotípicas.

Los coeficientes de correlación proporcionan una medida del sentido y grado de asociación entre dos caracteres. Las correlaciones fenotípicas entre pares de caracteres se deben principalmente a causas genéticas, dado que en la mayoría de los casos que una correlación fenotípica resulta significativa también lo es la correlación genotípica (Calixto 1975).

Los caracteres peso total de la planta, peso de materia seca y espiguillas por espiga, cuyas correlaciones fenotípicas con rendimiento de grano alcanzaron diferencias altamente significativas las dos primeras y significativas la tercera positivamente pueden ser buenos indicadores para mejorar el carácter rendimiento de grano.

Contrario a lo esperado, el rendimiento de grano no resultó correlacionado con espigas por metro cuadrado; longitud de espiga y número de granos por espiga; a este respecto se puede decir que variedades de triticale con alto número de espigas

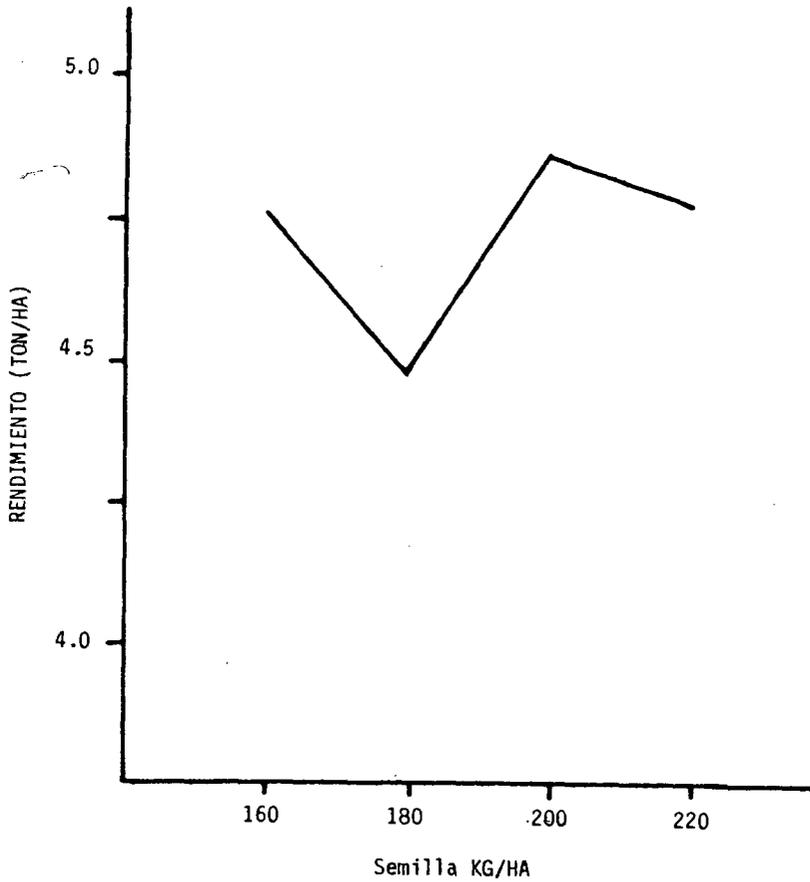


FIGURA 1. Respuesta del triticale a la densidad de semilla en El Fuerte Mpio. de Ocotlán, Jal. Ciclo 1980-81

por metro cuadrado pueden producir alto o bajo rendimiento ya que la correlación entre número de espigas por metro cuadrado y longitud de espiga alcanzó diferencia altamente significativa y negativamente, lo cual indica que un mismo complejo de genes actúan en un sentido para producir un carácter, y en sentido opuesto para producir otro, es decir, que mientras el número de espigas por metro cuadrado aumenta la longitud de espiga disminuye.

5.4 La mejor ecuación de regresión.

De la aplicación del método Stepwise se encontró que el coeficiente de determinación (R^2) (Cuadro 5), explica el 98.72% del rendimiento del grano, el porcentaje restante pertenece a otras variables y causas no comprendidas dentro de este trabajo; la primera variable que entra al modelo es peso total de la planta (X_7), esta contribuye al rendimiento de grano (X_1) en un 36.13% dado por el coeficiente de determinación, dicha variable tiene un coeficiente de regresión (b) de 1.00414.

La segunda que es aceptada en el modelo, es peso de materia seca (X_8) que se coloca en segundo lugar; tiene un coeficiente de regresión de -1.00302 las dos variables admitidas contribuyen al 98.72% del rendimiento de grano.

De acuerdo a estos resultados y considerando la media -0.0356 dada por el modelo en base a las dos variables independientes, la ecuación de regresión lineal múltiple que mejor explica el rendimiento de grano (X_1) es:

$$X_1 = -0.03557 + 1.0041 X_7 - 1.00e0 X_8$$

El orden en que se presentan las variables en la ecuación anterior no tiene que ver con su importancia desde el punto de vista de su contribución, puesto que cada variable está expresada en sus propias unidades.

Al observar el signo del coeficiente de regresión de las variables determinantes del rendimiento en la ecuación de predicción de (X_1) , se encuentra que una de ellas es negativa; este es el caso de (X_8) . Este resultado es aparentemente contradictorio ya que la correlación de esta variable con el rendimiento es positiva, Cuadro 4.

VI. CONCLUSIONES

Dada las condiciones en que fue realizado el presente trabajo de investigación y en base a los resultados obtenidos se concluye que:

De los genotipos que se probaron, 3 únicamente rinden igual estadísticamente que la mejor variedad de trigo harinero de la región.

De las densidades probadas, no hubo respuesta fueron iguales estadísticamente.

Los caracteres peso total de la planta (X_7), peso de materia seca (X_8) y espiguillas por espiga (X_{10}) están correlacionados en forma positiva con rendimiento de grano (X_1).

La ecuación de regresión múltiple que explica mejor el rendimiento es:

$$X_1 = -0.03557 + 1.0041 X_7 \text{ (peso total de la planta)} \\ -1.003 X_8 \text{ (peso de materia seca).}$$

BIBLIOGRAFIA

- Acosta N., S. 1971. Estudio de caracteres de rendimiento controlando la capacidad de amacollo, en diferentes densidades de siembra en trigo (Triticum aestivum). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Aguilar G., R. 1977. Informe de Investigación Agrícola. Campo Agrícola Experimental de "Las Adjuntas". CAELAD-INIA. SAG. pp: 264.
- Anónimo, 1977. Informe 1977. SAG. INIA. Delicias, Chih. CAEDEL. INIA y Zacatecas. CAEZAC. INIA. pp: 348-349 y 420-421.
- Anónimo, 1976. El CIMMYT Hoy. No. 5 publicado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.
- Anónimo, 1979. Revisión de programas de CIMMYT. México, D.F.
- Arévalo N., M. 1974. Estimación de parametros genéticos y sus usos en la construcción de índice de selección para rendimiento de grano en cebada maltera (Hordum vulgare). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Arredondo V., C. 1977. Informe de Investigación Agrícola. Campo Agrícola Experimental de la Mixteca Oaxaqueña. CAEMOAX. INIA. SAG. pp: 221.
- Bunting, A.H. And Dreannan D.S.H. 1966. Some aspects of the morphology of cereals in the vegetative phase. In the growth of cereals and grasses, Butter Worths, London. pp: 24-32.

- Burton, G.N. 1951. Quantitative inheritance in pearl millet (Pennisetum glaucum). Agron. J. 43:409-417.
- Calixto C., N. 1975. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano, mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Cerdán S., M.H. 1979. Estudio de Variedades y densidades para el cultivo potencial del triticale en el Valle de Zapopan. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura, México.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture advanced. Agron. 15:1-118.
- Escobar P., R. 1970. Una extensión del diseño dialélico incluyendo (N-1), veces cada progenitor y su aplicación en trigo. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Gastelum R., M.A. 1976. Evaluación de rendimiento de ocho variedades de trigo bajo condiciones de temporal en la región de la Costa de Ensenada Baja California, Norte. Ciclo Inv. 75-76. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura, México.
- Goldenberg J., B. El empleo de la correlación en el mejoramiento genético de las plantas. Fitotecnia Latinoamericana. 5(2): 1-8.

- González I., R.M. 1982. Estimación y ponderación de componentes de rendimiento en trigo de temporal en Los Altos de Jalisco. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, México.
- Grafius, J.E. 1960. Does overdominance exist for yield in corn. Agron, J. 52: 361.
- Hernández M., A.E. 1978. Potencial forrajero del triticale en el Valle de Zapopan, Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura, México.
- Hernández S., A. 1975. Correlaciones Genotípicas y caracteres determinantes del rendimiento del grano de trigo (Triticum aestivum), Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Langer, R.H.M. 1956. Growth and nutrition of timothy (Phleum pratense). I. The life history of individual tillers. Am. Appl. Biol. 44. 166-187.
- Martínez S., J.J. 1973. Densidad óptima para siete variedades de trigo en Río Bravo, Tamaulipas. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, México.
- Miller P.A., J.C. Williams, Jr, H.F. Robinson and R.E. Comstock. 1958. Estimates of genotypic and environmental variances and covariances in upland cotton and their implications in selection. Agron. J. 50: 126-131.
- Pelton, W.L. 1969. Influence of low seeding on wheat yield in southwestern saskatchewan. J. of plant Sci. 49 (5): 607-613.

- Perez O., A. 1974. Comparación de métodos de selección de variables en regresión múltiple. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Puckridge, D.W. and Donald, C.M. 1967. Competition among wheat plantas sown at a wide range de densities. Aust. J. Agric. Res 18: 193-211.
- Quiñones M., A. 1966. Mejoramiento genético del Anfiploide Triticale. Tesis Profesional, Facultad de Biología. UNAM, México, D.F.
- Rivera M., M. 1971. Influencia de la densidad de siembra sobre el rendimiento y características agrónomicas de variedades y líneas de trigo en cuatro fechas de siembra, Informe de Investigación Agrícola, Campo Agrícola Experimental Delicias, Chih. CIANE.INIA.SAG. pp: 1.52.
- Salamanca B., J.J. 1975. Estimación de parámetros genéticos, heterosis y depresión por endogamia, mediante cruza dileticas F1 y generaciones avanzadas para diez caracteres de trigo (Triticum aestivum). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Sahagún C., J. 1973. Determinación de la relación paja-grano en 25 variedades de trigo. Tesis de Ing. Agr. ENA. Chapingo, México.
- Venegas G., J. 1977. Informe de investigación agrícola. Campo Experimental del Centro de Chiapas. CAECECH: INIA. SAG. pp: 197.

CUADRO A.1. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA RENDIMIENTO DE GRANO.

VARIETADES	TON/HA
M ₂ A _x Bg1 \bar{X} 1549-3Y-0M	5.284
RAHUM	5.009
CANANEA Tc1-79	4.983
SALAMANCA F-75	4.849
BACUM	4.454
YOREME Tc1-74	4.378
CABORCA Tc1-79	4.113

CUADRO A.1.1

DENSIDADES EN KG/HA	TON/HA
200	4.880
220	4.793
160	4.772
180	4.451

CUADRO A.2. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PLANTAS POR m².

VARIETADES	PLANTAS/M ²
CANANEA Tc1-79	310
CABORCA Tc1-79	298
RAHUM	291
BACUM	283
M ₂ A _x Gc1 \bar{X} 1549-3Y-0M	274
SALAMANCA F-75	220
YOREME Tc1-74	161

CUADRO A.2.1

DENSIDADES EN KG/HA	PLANTAS/CM ²
220	305
200	269
160	244
180	232

CUADRO A.3. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA TALLOS POR m².

VARIETADES	TALLOS/M ²
BACUM	502
SALAMANCA F-75	463
CABORCA Tc1-79	453
RAHUM	427
CANANEA Tc1-79	417
YOREME Tc1-74	408
M ₂ A _x Bgl \bar{X} 1549-3Y-0M	368

CUADRO A.3.1

DENSIDADES EN KG/HA	TALLOS/M ²
220	459
200	431
180	425
160	421

CUADRO A. 4. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA
ESPIGAS/M².

VARIETADES	ESPIGAS/M ²
BACUM	444
SALAMANCA F-75	394
CABORCA Tc1-79	386
RAHUM	380
CANANEA Tc1-79	356
YOREME Tc1-74	353
M ₂ A _x Bg1 X̄ 1549-3Y-0m	328

CUADRO A.4.1

DENSIDADES EN KG/HA	ESPIGAS/M ²
220	400
200	476
160	372
180	361

CUADRO A.5. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA NUMERO DE SEMILLA QUE SE ESPERABA QUE GERMINARAN POR M².

VARIETADES	No. DE SEMILLAS QUE SE ESPERABA GERMINARAN/M ²
M ₂ A _x Bg1 \bar{X} 1549-3Y-0M	406
CANANEA Tc1-79	392
RAHUM	391
CABORCA Tc1-79	376
BACUM	365
SALAMANCA F-75	352
-YOREME Tc1-74	319

CUADRO A.5.1

DENSIDADES EN KG/HA	No. DE SEMILLAS QUE SE ESPERABA GERMINARAN/M ²
220	429
200	386
180	356
160	315

CUADRO A.6. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA
NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS/M².

VARIETADES	No. SEMILLAS GERMINADAS/M ²
CANANEA Tc1-79	310
CABORCA Tc1-79	298
RAHUM	289
BACUM	283
M _z A _x Bg1 \bar{X} 1549-3Y-0M	274
SALAMANCA F-75	220
YOREME Tc1-74	161

CUADRO A.6.1

DENSIDADES EN KG/HA	No. SEMILLAS GERMINADAS/M ²
220	304
200	269
160	244
180	232

CUADRO A.7. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PESO TOTAL DE LA PLANTA.

VARIETADES	TON/HA
M ₂ A _x Bg1 \bar{X} 1549-3Y-0M	18.839
RAHUM	16.383
CANANEA Tc1-79	15.406
BACUM	15.226
YOREME Tc1-74	14.399
CABORCA Tc1-79	13.435
SALAMANCA F-75	13.391

CUADRO A.7.1

DENSIDADES EN KG/HA	TON/HA
160	15.403
220	15.368
200	15.343
180	15.073

CUADRO A.8. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA PESO DE MATERIA SECA.

VARIETADES	TON/HA
M ₂ A _x Bg1 X 1549-3Y-0M	13.555
RAHUM	11.374
BACUM	10.771
CANANEA Tc1-79	10.425
YOREME Tc1-74	9.989
CABORCA Tc1-79	9.323
SALAMANCA F-75	8.542

CUADRO A.8.1

DENSIDADES EN KG/HA	TON/HA
160	10.632
180	10.588
220	10.574
200	10.481

CUADRO A.9. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIYA PARA LONGITUD DE ESPIGA.

VARIETADES	CM
M ₂ A _x Bg1 X 1549-3Y-0M	11.57
YOEME Tc1-74	10.07
CANANEA Tc1-79	9.60
CABORCA Tc1-79	9.45
RAHUM	9.45
SALAMANCA F-75	8.63

CUADRO A.9.1

DENSIDADES EN KG/HA	CM
160	10.63
180	10.59
220	10.57
200	10.48

CUADRO A.10. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA ESPIGUILLAS POR ESPIGA.

VARIETADES	ESPIGUILLA/ ESPIGA
M ₂ A _x Bg1 X 1549-3Y-0M	31
YOREME Tc1-74	23
RAHUM	23
CANANEA Tc1-79	22
BACUM	22
CABORCA Tc1-79	20
SALAMANCA F-75	18

CUADRO A.10.1

DENSIDADES EN KG/HA	ESPIGUILLAS/ ESPIGA
160	23
180	23
200	23
220	23

CUADRO A.11. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA
PARA GRANOS POR ESPIGA.

VARIETADES	GRANOS/ ESPIGA
M ₂ A Bgl \bar{X} 1549-3Y-0M	59
CANANEA Tc1-79	55
YOREME Tc1-74	53
RAHUM	52
BACUM	49
CABORCA Tc1-79	47
SALAMANCA F-75	41

CUADRO A.11.1

DENSIDADES EN KG/HA	GRANOS/ ESPIGA
160	52
180	52
200	51
220	49

CUADRO A.12. PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA
PARA PESO DE 200 GRANOS.

VARIEDADES	GRAMOS/ MUESTRA
SALAMANCA F-75	10.30
M ₂ A _x Bg1 \bar{X} 1549-3Y-0M	9.02
CABORCA Tc1-79	8.29
CANANEA Tc1-79	8.17
RAHUM	8.04
YOREME Tc1-74	7.67
BACUM	7.35

CUADRO A.12.1

DENSIDADES EN KG/HA	GRAMOS/ MUESTRA
180	8.50
200	8.46
220	8.38
160	8.27