

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

EFFECTOS DEL CONTENIDO DE ALFA-AMILASA
EN LA GERMINACION DEL TRITICALE DURANTE
SU MADUREZ

T E S I S

Que para Obtener el Titulo de :

INGENIERO AGRONOMO .

Orientación Fitotecnica

P R E S E N T A :

SALVADOR LUNA VILLAFANA .

GUADALAJARA, JALISCO

1 9 8 1

COMITE PARTICULAR

DIRECTOR: Ing. José Antonio Sandoval Madrigal

ASESOR : Biol. Maurilio Soto Espinoza

ASESOR : Ing. Bonifacio Zarazua Cabrera

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES:

Baudelio Luna Gutiérrez

Amalia Villafaña de Luna

-Por su Comprensión y Estímulo-

A MIS HERMANOS:

-Con Cariño y Respeto-

A MI ESPOSA MARTHA:

-Con Amor por su Comprensión y

Ayuda Moral-

A MI HIJA NANCY:

-Por Llenar de Felicidad mi Vida-

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

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - - (CIMMYT) que despertó en mi el interés por la investigación. - En especial al Dr. Arnaldo Amaya y al Dr. Mohan Kohli por - sus valiosas aportaciones y sugerencias a este trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) - por iniciar mi vida profesional dentro del campo de la in- - vestigación. En especial al Ing. Rodolfo Moreno Galvez por su valiosa intervención en la realización de este trabajo.

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalaja- - ra, por la enseñanza brindada.

Al Ing. Antonio Sandoval Madrigal por su dirección, sugeren- - cias y revisión del presente trabajo.

Al Biol. Maurilio Soto Espinoza y al Ing. Bonifacio Zarazua - - Cabrera, por su asesoramiento y revisión del trabajo.

Al Ing. J. de Dios Figueroa C. y al Ing. M.C. Enrique Calde - - ron F., por la ayuda prestada en el desarrollo del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS	
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Aspectos Generales	4
2.1.1 Antecedentes Históricos del Triticale	4
2.1.2 Uso Potencial del Triticale	9
2.2 Actividad Alfa-Amilasa en Triticale	11
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Material Genético	14
3.2 Establecimiento del Material	14
3.3 Actividad Alfa-Amilasa	16
3.3.1 Método de "Falling Number" AB	17
3.3.2 Determinación de FN	20
3.4 Germinación	22
3.4.1 Índice de Crecimiento (IC)	23
3.4.2 Germinador	24
3.5 Análisis Estadístico	25
3.5.1 Correlación	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1 Primer Período de Prueba (120 hrs.)	28
4.2 Segundo Período de Prueba (144 hrs.)	35
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. RESUMEN	43
BIBLIOGRAFIA	44
APENDICE	51

LISTA DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS

- TABLA 1. Líneas de Triticale, características agronómicas y actividad -Amilasa 1978.
- TABLA 2. Peso correcto de la muestra de acuerdo al contenido de humedad.
- TABLA 3. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas -Testigos- (0 hrs.).
- TABLA 4. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas durante el primer período de prueba (120 hrs.).
- TABLA 5. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas durante el segundo período de prueba (144 hrs.).
- TABLA 6. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas Testigos-1er. período de prueba.
- TABLA 7. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas Testigos-2o. período de prueba.
- TABLA 8. Valores de coeficiente de correlación entre las variables estudiadas 1er. período - 2o. período de prueba.

- CUADRO 1. Granos germinados primer período de prueba (120 hrs.)
- CUADRO 2. Granos germinados segundo período de prueba(144 hrs.)
- CUADRO 3. Categoría de germinación primer período de prueba - -
(120 hrs.)
- CUADRO 4. Categoría de germinación segundo período de prueba -
(144 hrs.)
- CUADRO 5. Porcentaje de germinación primer período de prueba -
(120 hrs.)
- CUADRO 6. Porcentaje de germinación segundo período de prueba-
(144 hrs.)
- CUADRO 7. Índice de crecimiento primer período de prueba (120-
hrs.)
- CUADRO 8. Índice de crecimiento segundo período de prueba (144
hrs.)
- CUADRO 9. Granos por espiga primer período de prueba (120 hrs.)
- CUADRO 10. Granos por espiga segundo período de prueba(144 hrs.)
- FIGURA 1. Grafica de temperatura y precipitación pluvial durante
te el ciclo Verano - 1978.
- FIGURA 2. Esquema del Germinador.
- FIGURA 3. Categoría de Germinación (1, 2 y 3).



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

I.- INTRODUCCION

La desnutrición ocurre frecuentemente en numerosas áreas del mundo. Hoy quinientos millones de individuos pasan hambre y mal nutrición. Los países subdesarrollados de Africa y América Latina, tienen el 70% de los habitantes del planeta. En dichas naciones ocurre más del 80% de la explosión demográfica, lo que plantea la necesidad de mayor cantidad de alimentos (30). Los cereales, la principal fuente de proteínas de origen vegetal, suplen aproximadamente el 70% del total de la proteína proporcionada mundialmente.

Se anticipó que para el futuro, la mayoría de las necesidades del mundo de proteína, tendrán que ser suplidas por proteínas de origen vegetal. El trigo para esto, contribuye con una substancial proporción en la alimentación mundial (17). Sin embargo, el rápido crecimiento de la población en muchos países subdesarrollados, crea la necesidad de mejorar el uso de la fuente de proteína con altos rendimientos y mejor calidad. El trigo, no obstante lo significativo de su rendimiento logrado a últimas fechas, no satisface la demanda de esta población creciente. El Triticale (X triticosecale Wittmack), un anfidiplóide obtenido al cruzar los genomios de Triticum (trigo) y Secale (centeno), se considera que puede llenar esos requisitos. Este cereal ofrece una importante fuente potencial de alimento para consumo humano y alimentación animal.

El triticale se ha conocido y estudiado desde fines del siglo XIX, pero los trabajos más intensos se iniciaron hace apenas un cuarto de siglo. En México el estudio sobre triticale comenzó en 1964; desde entonces, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), han trabajado en la introducción de líneas de triticale, hibridación y selección de las mismas con resultados prometedores.

Ha sido impresionante la velocidad con la cual muchos de problemas relacionados con los primeros triticales se han resuelto, por lo menos parcialmente. El mejoramiento tanto de la fertilidad de la espiga, como de la densidad de la semilla y la ampliación de la base genética, han conducido a un rápido incremento de los rendimientos (32).

Sin embargo, a pesar de los avances logrados en el mejoramiento de este nuevo cereal; hasta la fecha, la tendencia de la germinación prematura del grano en la espiga antes de la cosecha, bajo determinadas condiciones de humedad, ha sido particularmente persistente. Esta tendencia se ha relacionado con la actividad ALFA-AMILASA (α -Amilasa) y el grado de arrugamiento del grano (16). Este problema representa un obstáculo real para una explotación comercial amplia del triticale; sobre todo, en áreas de temporal.

El objetivo principal de estudio, es analizar al al

gunos factores que afectan la germinación prematura del grano de triticale antes de la cosecha. Se examina la correlación entre la actividad α -Amilasa y el grado de germinación del grano en la espiga al completar su madurez fisiológica.

II.- REVISION DE LITERATURA.

2.1.- Aspectos Generales.

El rápido incremento de la población en muchos países con problemas alimentarios, crea la necesidad, de mejorar la utilización de las fuentes de proteína con altos rendimientos y mejor calidad. El triticale, ofrece una importante fuente potencial de proteínas para consumo humano y alimentación animal (18).

La importancia que los granos de cereales representa en la dieta humana, particularmente en los países pobres y mal nutridos, presupone que el triticale será usado primeramente para el beneficio de las gentes de las naciones menos desarrolladas del mundo; especialmente, las que están por debajo del margen dietético de calorías y proteínas (15).

Datos no oficiales sobre la producción comercial del triticale, estiman que actualmente se siembra alrededor de 400,000 hectáreas en 15 países del mundo, incluyendo México (34).

2.1.1. Antecedentes Históricos del Triticale.

En 1875, un fitomejorador escocés apellidado Wilson, fue el primero en obtener y describir un triticale híbrido F_1 estéril, un cruzamiento entre trigo y centeno. En 1884 la revista Rural New Yorker contenía varios artículos escritos por Carman, un fitomejorador norteamericano, acer-

ca de cruzamientos entre trigo y centeno. La mayoría de sus cruzamientos no tuvieron éxito y produjeron solo plantas maternales, pero también un verdadero híbrido F_1 . El primer triticales fértil fue reportado en 1888 por el investigador alemán Rimpau (24).

La Estación Agrícola Experimental de Saratov, en el sureste, Ruso, llevó a cabo trabajos importantes con triticales entre 1918 y 1934. En 1918 ocurrió en Saratov una aparición masiva de híbridos F_1 naturales entre trigo y centeno, los cuales eran androestériles e incapaces de autofecundarse. Más tarde (1927-1928) se observaron híbridos que fueron más o menos intermedios entre trigo y centeno, pero eran derivados de cruzamientos controlados y bastante fértiles (24).

Meister, en 1928 dió una descripción botánica de los llamados híbridos balanceados de trigo - centeno, y designó a la nueva combinación de especies como Triticum secalotricum saratoviense Meister (24).

Levitsky y Benetz efectuaron en 1930 y 1931 análisis citológicos e hicieron un cuidadoso estudio de la mitosis y meiosis. Señalaron que el número de cromosomas somáticos en las tres familias era de 56; por tanto, los híbridos centeno-trigo fértiles constantes intermedios eran definitivamente anfiploides de trigo harinero y centeno (24).

En 1934, Lebedoff obtuvo un anfiploide de trigo - centeno y fue el primero en reportar la ocurrencia de aneu

ploidía en tal material (24).

La hipótesis de que el anfiploide trigo-centeno debe resultar de un desarrollo apógamo de óvulos sin reducir de los híbridos primarios, seguidos de un doblamiento cromosómico inmediato, fue abandonada en 1936, en virtud de nuevos datos empíricos obtenidos por Muntzing. Este investigador logró obtener en 1936 una muestra de semilla del híbrido fértil trigo-centeno de Rimpau. Varias plántulas tenían 56 ± 56 cromosomas, y en consecuencia, el híbrido de Rimpau era obviamente una línea octoploide de triticales, y la más antigua que se haya conocido. La línea de Rimpau había retenido una constancia perfecta durante 45 años de cultivo antes de que se conociera la verdadera naturaleza de la nueva especie de anfiploide (24).

El nombre de "Triticale" se usó por vez primera en un trabajo de Lindschau y Oehler, y Tschermak se los había propuesto (24).

El período antiguo del trabajo con triticales finalizó después de 1937, cuando Pierre Givadoun desarrolló la técnica de la colchicina para duplicar los cromosomas de híbridos estériles, e hizo posible la producción de triticales fértiles y nuevas líneas pudieron producirse en cantidades ilimitadas. Pocos años después en 1940, el método de la colchicina se unió al desarrollo de una delicada técnica de cultivo en embrión para cultivar embriones de híbridos a partir de semillas con endospermo mal formado (38).

Desafortunadamente, este esfuerzo fue interrumpido por el establecimiento oficial de la doctrina sobre la herencia de Lysenko y por el estallido de la segunda guerra mundial; sin embargo, se continuaron algunos trabajos con triticales octaploides y se extendieron mas tarde cuando las condiciones fueron favorables (24, 38).

En los años 1950's en Europa y Norteamérica se realizaron grandes esfuerzos para hacer a los triticales competitivos con otros cereales. En 1954, en la Universidad de Manitoba, Canadá, se inicia el primer esfuerzo en Norteamérica tendiente a desarrollar el triticales como cultivo comercial. L.H. Shebeski, B.C. Jenkins, L. Evans y otros, conjuntan la colección mundial de triticales primarios (38).

Una fase nueva y muy importante en la historia de los triticales ocurrió en la década de los 60's, cuando se realizaron hibridaciones entre triticales octaploides y hexaploides primarios, logrando así, una fertilidad casi completa. Esto fue realizado por Pissarev alrededor de 1960. En 1965, Kiss en Hungría, demuestra que los hexaploides secundarios derivan de tales cruzas fueron superiores a las formas hexaploides primarios; en el mismo año evidencias similares fueron obtenidas en Winnipeg, Manitoba (Jenkins 1969) (24).

En 1964 en México se inicia el estudio sobre triticales cuando la fundación Rockefeller a través de el Proyecto Internacional de Mejoramiento de Trigo, establece un

convenio formal con la Universidad de Manitoba para ampliar el trabajo sobre este cereal (38).

Antes de que se pudieran corregir las numerosas desventajas del triticales, en las parcelas experimentales del CIMMYT en el CIANO, Cd. Obregón, Son. en 1968, la naturaleza realiza uno de los avances más importantes hacia el mejoramiento de los triticales. Espontáneamente en el campo se identificaron varias plantas extraordinariamente prometedoras, con insensibilidad al fotoperíodo, fertilidad casi completa, un gene de enanismo y tipo superior de planta, a dicho material se le bautizó como Armadillo, cuyas cualidades probaron ser altamente hereditarias. Armadillo se convierte entonces en progenitor de los triticales en todo el mundo (38).

Al finalizar los años 60's, el triticales se empieza a explotar comercialmente. En Hungría durante 1968-69, dos hexaploides secundarios desarrollados por Kiss en 1965, son certificados para su utilización comercial. En España, Cachirulo, un hexaploide desarrollado por Sánchez-Monge, comienza a distribuirse comercialmente (38).

Durante los últimos 10 años se ha generado un tremendo interés por transformar al triticales en un cultivo cerealícola comercial. La estrecha base germoplásmica disponible, ha sido uno de los factores limitantes para alcanzar dicha meta. Se han estudiado diversas maneras para ampliar la diversidad genética. El primer método involucró la formación de nuevos anfidiplóides. Un segundo mé

todo involucra el intercrucamiento de varias formas de triticales, así como la hibridación de triticales con trigos tetraploides y hexaploides, y con centenos diploides. Este último enfoque se usa ahora en la mayoría de los programas de mejoramiento genético del mundo (11).

En la actualidad los mejores triticales pueden competir en cuanto a rendimiento, con los mejores trigos. La calidad protéica se ha estabilizado a un nivel superior que el de los trigos harineros. Se ha encontrado que la calidad de panificación de los triticales es satisfactorio para algunos productos en todos los continentes (5, 6).

Los triticales se aproximan al punto donde pueden constituir una seria alternativa para muchos agricultores del mundo. Se cultiva comercialmente en Canadá, E.U.A., F. D.R., Argentina, Sudáfrica, China, Hungría, Australia, Francia, México, España, Portugal, Italia, Checoslovaquia y la U.R.S.S. Se espera que el cultivo continúe expandiendo su producción, inicialmente en áreas donde la tolerancia de triticales a suelos ácidos y su resistencia superior a las enfermedades, le otorga ventajas sobre los trigos harineros (6, 34); particularmente, en áreas de temporal.

2.1.2.- Uso potencial del triticales

El valor nutritivo del grano de triticales se compara favorablemente con el de otros cereales. Sus niveles de proteína en términos de lisina, tienden a estabilizarse a niveles superiores que el de los trigos harineros. Indus

trialmente, los nuevos triticales pueden usarse para hacer todos los productos comerciales que se hacen con trigos harineros. Un pan con buen volumen puede hacerse ajustando el tiempo de amasado y fermentación con el 100% de harina de triticales. La mayoría de los triticales producen un alto volumen de pan, si se mezclan con 40% de harina de trigo. La tendencia a incrementar el peso hectolítrico en los nuevos triticales, ha dado por resultado un marcado aumento en el % de extracción de harina; en general, las nuevas líneas producen alrededor del 65% y en algunos casos arriba del 71%, que se compara con lo que produce el trigo (7).

El principal uso del triticales probablemente será como alimento concentrado para el ganado, particularmente en la industria avícola y porcícola (4). Como forraje puede utilizarse en pastoreo, henificación o como ensilado de buena calidad (3).

Además de emplear el triticales como alimento para animales, también se podrá usar en la manufactura de productos para el consumo humano. Varios productos pueden figurar: chapatis, tortillas, pan, malta, pastas, cereales para el desayuno; incluso, hojuelas, granos inflados, productos desmenuzados y harina para pasteles (37). Además, la alta actividad enzimática de la malta de triticales, lo hacen atractivo para la industria de la destilería (4, 10).

La viabilidad de la industrialización del triticales se determinará por las ventajas de rendimiento que tiene este cereal en ciertos ambientes, y por el precio

que se le asigne en el mercado. (4).

En México, su utilización en alimentación humana dependerá del desarrollo de la tecnología apropiada para elaborar productos alimenticios, acordes a la idiosincrasia del pueblo mexicano.

2.2.- Actividad Alfa-Amilasa en Triticale

Dos problemas perjudican la aceptación del triticale como un cultivo comercial; germinación del grano en la espiga bajo condiciones húmedas y daños por insectos a la semilla en el almacén. Ambos afectan la calidad del grano para uso comercial. Se empieza a identificar los principios que propician la germinación prematura. Un método químico se ha empleado para identificar líneas que carecen de la enzima que favorece la germinación de la semilla (7).

Klassen et al (16), Kaltsikes et al mencionados por Lorenz (19), y Tarkowski y Kolodziejczyk citados por Chojnacki et al (8), han relacionado la germinación prematura del grano de triticale, antes de la cosecha con la actividad α -amilasa y el grado de arrugamiento del grano.

Later analizado por Salminen et al (29), indicó que esta relación entre la actividad α -Amilasa y el arrugamiento del grano, no es extensible para todos los cultivos. Es probable que el genotipo controle la actividad α -Amilasa y/o la esterilidad, Benner (2).

Lorenz (19), Pernanskiv et al (36), y Pleshkov et al (27), encontraron que la actividad α -Amilasa en

el grano de triticale al completar su madurez, excede a las de sus progenitores trigo y centeno. Tanto las líneas de grano arrugado como las de grano lleno, presentan niveles altos de α -Amilasa durante su desarrollo y a la madurez, Hill et al (14).

Mohanty (23), al estudiar el desarrollo del grano de triticale de la antesis a la madurez, observó una correlación negativa entre la actividad α -Amilasa y el contenido de almidón y el % de germinación. La disminución y el colapso parcial de la fuerza del endospermo, resulta de la rápida conversión del almidón en azúcar precedente al arranque de la precoz germinación, Muntzing citado por Klassen (16). Dedio et al analizado por Lorenz (20), observa que la disolución de los granos de almidón en el pericarpio de triticale es afectado por la actividad α -Amilasa que se mostró libre en sus tejidos entre los 5 y 22 días después de la antesis.

Shealy y Simmonds (31), consideran que la liberación precoz de la α -Amilasa, conduce a la prematura degradación de los granulos de almidón, y que es factor determinante en el arrugamiento del grano.

Chojnacki, et al (8), reportaron que aunque existe una fuerte correlación entre el "Falling Number" (Número de Caída) y la actividad α -Amilasa, se presentan muestras en las cuales tanto el F.N. como los niveles de enzimas son altos $r = 0.762$; lo cual estiman, se deba a la estructura específica del almidón o la enzima. Alternativa-

mente quizá se debió a una alta resistencia de la α -Amilasa presente en un almidón inmaduro, Klup citado por Chojnacki et al (8).

Agrawal (1), analizó los cambios ocurridos durante el desarrollo del grano en el triticale hexaploide, y encontró que la actividad β -Amilasa excedió a la actividad α -Amilasa durante todo el desarrollo del grano. Singh et al (33), mostró que la actividad Amilasa es influenciada por los niveles de nitrógeno y los estados de madurez del grano. Previo a la madurez del grano halló un rango bajo de acumulación de azúcares y un rango alto de actividad amilasa.

Srivastava (35), demostró que al vernalizar la semilla de triticale por 60 días a $4 \pm 1^\circ\text{C}$, la actividad α -Amilasa fue relativamente baja con alto contenido de almidón en el endospermo en todos los estados de desarrollo del grano. Sin embargo, Salminen et al (29) consideran que son necesarios nuevos estudios bioquímicos para entender mejor la fisiología general del desarrollo del grano en triticale.



III.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Material Genético

Las líneas de triticales usadas en este estudio, fueron obtenidas por el Programa de Triticales del CIMMYT. Seis líneas, incluyendo la primer variedad de triticales liberada en México, fueron seleccionadas en base a sus características agronómicas y su actividad, α - Amilasa (Ta-
bla 1).

3.2. Establecimiento del material

Las líneas avanzadas de triticales, fueron crecidas bajo condiciones de temporal en el Campo Agrícola Experimental Valle de México (CAEVAMEX), perteneciente al Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central - - - (CIAMEC), del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), durante el ciclo agrícola verano de 1978.

La siembra se realizó el 10. de junio de 1978 en parcelas de dos surcos de 2.5 m de largo y 30 cm entre surcos. Esta se llevó a cabo manualmente y en seco una vez que hubo suficiente humedad.

Después de haber preparado adecuadamente el terreno se sembraron las líneas con una densidad de 140 kg/ha. Al momento de la siembra se fertilizó con 60 kg de N y 40 kg de P_2O_5 .

Durante el ciclo, la precipitación pluvial fue relativamente baja 584.7 mm en total. Además, en las prime

TABLA 1. LINEAS DE TRITICALE, CARACTERISTICAS AGRONOMICAS
 Y ACTIVIDAD α - AMILASA 1978

Variedad o Cruza	Días a Flor.	Días a Mad.	Altura cm	F. N.
YOREME Tc1-74 -101M-0Y	64	124	95	116
NAVOJOA "S" -100M-0Y	62	120	95	90
MAPACHE X-2802-F-12M-1N-2M-0Y-100M-0Y	60	112	110	73
RAHUM	64	124	115	61
BACUM -100M-0Y	64	126	110	60
MAYA*ARMADILLO "S"	72	126	105	60

ras ocho semanas a partir de la siembra se presentó más del 50% de esta precipitación. Las temperaturas registradas fueron en promedio la máxima de 23.2°C, 17.6 media y 9.2°C la mínima.

La humedad relativa media fue de 70%.

Se cosecharon 15 espigas en estado de madurez fisiológica de cada una de las seis líneas evaluadas. La madurez fisiológica ocurrió aproximadamente a los 95 días.

Las espigas se dividieron en tres partes iguales (parte basal, media y terminal) de acuerdo al número de espiguillas.

Cinco espigas de cada línea previa determinación de la actividad α - Amilasa se germinaron por 120 y 144 hrs. en un germinador útil en los métodos experimentales de micromalteo. Cinco espigas se analizaron como testigos (sin período de germinación).

En las dos etapas de prueba, se determinó el índice de crecimiento y porcentaje de germinación, los cuales se correlacionaron con la actividad α - Amilasa antes y al finalizar cada período de prueba. Además, la germinación se evaluó en tres categorías (fig. 3) para considerar a los granos en los cuales no ocurre una visible germinación.

3.3. Actividad Alfa-Amilasa.

Métodos químicos para determinar la actividad α - Amilasa, han sido descritos por Hagberg (12), Per-
ten (25) y Rinderknecht et al (28). Tipples (36) ha desa-

rollado un método viscométrico para medir el contenido de α - Amilasa en muestras muy pequeñas.

La prueba de "Falling Number" también ideada por Hagberg (12, 13) para medir la actividad α - Amilasa ha probado ser más práctico que los métodos químicos convencionales. Esta prueba es una herramienta útil para la evaluación de la calidad del triticale, particularmente de los que se sujetan a condiciones de humedad al completar su madurez poco antes de la cosecha. Perten citado por Medcalf et al (21) obtiene una relación lineal para la actividad α - Amilasa usando una fórmula empírica y convirtiendo los valores FN a valores de "liquefaction number" (LN).

3.3.1. Método de "Falling Number" AB

Propuesto por (Perten - Hagberg) como una medida de la actividad α - Amilasa en grano y harina.

(Icc - Standard No. 107).

Alcance

- Aplicable al grano, harina y otros productos que contengan almidón.
- En mezclas de harina, un cálculo aceptable de falling number (FN) es posible por la conversión del FN a números de licuefacción - Perten (LN).

Principio

El método de FN determina la actividad α - Amilasa usando como sustrato el almidón en la muestra. El método se basa sobre la rápida gelatinización de una suspensión acuosa de la harina, o harina integral en un "Baño María" y la subsecuente medición de la licuefacción de la pasta del almidón por la α - Amilasa en la muestra.

El FN es el tiempo en segundos requeridos para mover y permitir a un movedor-viscométrico (agitador) caer de principio a fin una suspensión acuosa caliente de harina en estado de licuefacción por las enzimas, en un aparato estandarizado (A.A.C.C. Method 56 - 81 A).

Aparatos

- Aparato de prueba FN, tipo EE ó AA.
- Balanza con ± 0.05 gr de exactitud.
- Molino F.N.
- Contador eléctrico de humedad para harina.

Procedimiento

a) Preparación de muestra de harina

El polvo y las impurezas se eliminaron del grano entero. Aproximadamente 10 gr. de grano se preparan para molerse. Las muestras de harina, se tomaron en base al

15% de humedad del grano.

b) Molido del grano

Los valores de FN están influenciados por el tamaño de la partícula del grano molido. Por lo tanto, se necesita tamaño uniforme de partícula.

Para ésto, el grano molido debe pasar a través de tamises con aperturas de los siguientes tamaños:

100%	-	A través de un tamiz con apertura de 710 micrones.
94 - 98%	-	" " " 500 "
55 - 70%	-	" " " 210 "

De ésto, lo más finamente establecido se obtuvo al usar un molino de FN, equipado con un tamiz de 0.8 mm de abertura. El molino necesitó alimentarse cuidadosamente con el grano para evitar se calentara o sobrellenara. El molido se continuó de 30-40 segundos, después de que la última muestra se hubo colocado en el molino. Se descartaron arriba del 1% de partículas de salvado que quedaron en el tamiz. El grano molido se mezcló cuidadosamente.

Para resultados confiables, en el FN se determinó en el grano con un contenido del 15% de humedad. La cantidad de muestra que debe tomarse cuando el contenido de humedad difiere de 15%, se dá en la tabla 2. Se recomienda un rápido aparato eléctrico determinador de humedad.

3.3.2. Determinación de FN

1. El agua destilada en el baño maría, se mantuvo hirviendo a 100°C .
2. Se colocaron 25 ml de agua destilada a $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dentro de un tubo viscómetro.
3. Se pesaron 7.0 ± 0.05 gr de la harina en base al 15% de humedad (tabla 2) y se transfirieron al tubo viscométrico.
4. El tapón de hule se ajustó al tubo viscométrico y se agitó vigorosamente de 20-30 veces, o el necesario hasta obtener una suspensión uniforme.
5. Se quitó la tapa de hule y se empujó hacia abajo y la harina pegada a las paredes del tubo con el movedor - viscométrico (agitador).
6. El tubo, junto con el movedor - viscométrico se colocó en el baño maría hirviendo, a través del hoyo de la tapa, por 30 segundos.
7. Inmediatamente después se conectó la unidad del motor a su posición de trabajo sobre el tubo con el agitador.
El aparato tiene funciones para llevar automáticamente la prueba de aquí en adelante.

7.a. El contador registra los segundos al contacto dado

por el tapón del agitador al tocar un micro-circuito interno colocado en la parte más baja de la unidad del motor. El alambre del microcircuito para medir el tiempo, permanece cerrado durante los primeros cinco segundos, pero automáticamente es movido hacia atrás cuando la operación de movido empieza.

- 7.b. Después de los cinco segundos, automáticamente empieza el movimiento y continúa hasta que el marcador muestra 60.
- 7.c. Cuando se detiene el motor, automáticamente se desprende de su posición más alta el agitador para después hundirse por su propio peso en la suspensión. Al mismo tiempo, el alambre del micro-circuito para la medida del tiempo es automáticamente girado a su posición de trabajo cerrado para el agitador.
- 7.d. Cuando el agitador recorre la distancia fija a fin de que el final del tapón está al mismo nivel que la parte superior del tapón, el contador se detiene automáticamente, suena la alarma y el foco rojo se enciende.
8. La unidad del motor se mueve hacia atrás, elevando la palanca en la parte de atrás (izquierda) y se retira el tubo vicométrico.
9. Posteriormente el valor del FN se lee en el contador.

10. Después de colocar el contador en cero, oprimiendo el circuito verde en el tiempo, el aparato está listo para la próxima prueba.

Los valores FN tienen una relación curvilínea a la actividad α - Amilasa. Esta relación se puede expresar como una función de línea recta convirtiendo el valor FN a un número Perten de licuefacción (LN) de acuerdo a la fórmula empírica:

$$LN = \frac{6000}{FN - 50}$$

En esta ecuación 6000 es una constante. El número 50 corresponde aproximadamente al tiempo en segundos para que el almidón de la harina se gelatinice suficientemente para estar disponible al ataque de las enzimas.

3.4 Germinación

La germinación es un proceso bioquímico en el cual el grano comienza a desarrollar sus actividades biológicas; estas se inician cuando se reúnen condiciones apropiadas de humedad, temperatura y oxigenación.

Durante la germinación se observa un aumento considerable de la actividad de la amilasa, enzima que transforma el almidón en azúcares solubles. La α - Amilasa convierte el almidón en dextrinas; la β - Amilasa hidrolisa la amilosa del almidón a maltosa y convierte la amilopectina en maltosa y dextrinas. La enzima maltasa convierte la

maltosa en glucosa (22).

3.4.1.- Índice de Crecimiento (IC).

Es un indicador morfológico del grado de transformación sufrida por el grano, desde el punto de vista es tructural y enzimático.

Ese grado de modificación es directamente proporcional al crecimiento de la plúmula a 16°C; así cuando la plúmula alcanza el tamaño del grano, la modificación de és te es completa.

Temperaturas más elevadas, desarrollan la plúmula más rápidamente que la modificación del grano.

El índice de crecimiento se calculó de acuerdo al desarrollo por Shands et al en 1941 (10).

Procedimiento

- a) Se tomó el total de granos de las cinco espigas evaluadas de cada una de las líneas de triticale en estudio.
- b) Se observó el grado de crecimiento de la plántula. Los granos se separaron de acuerdo a su tamaño. Las categorías fueron de 0 a 1/4, 1/4 a 1/2, 1/2 a 3/4, 3/4 a 1, y mayor de 1.

Calculos:

Longitud del acróspico	Número de granos	Factor	Indice
muertos	X	0.000	X ₀
0 - 1/4	X	0.125	X ₁
1/4 - 1/2	X	0.375	X ₂
1/2 - 3/4	X	0.625	X ₃
3/4 - 1	X	0.750	X ₄
1 (sobrecrecidos)	X	1.250	X ₅
T O T A L			$\sum X = IC$

$$IC = \sum_{i=1}^n X$$

Donde:

IC = Indice de crecimiento

$$n = 5$$

$$i = 1$$

3.4.2. Germinador

Se empleó un germinador con temperatura controlada de 25°C y 100% de humedad relativa. Este germinador forma parte del equipo de experimental de micromalteo, usados para desarrollar los métodos de malteo de la Universidad del Estado de North Dakota.

Descripción

El germinador está construido de 22 aforos metálicos y es una versión modificada del modelo canadiense. La humedad en la unidad está mantenida al 100%, por un humidificador Walton Mod. SW-2. El abastecimiento constante de agua se asegura por una válvula flotante dentro del humidificador. La temperatura es correctamente controlada por un termostato regulado conectado a un regulador de temperatura sensible de mercurio. La humedad se mantiene por un compresor de 1/5 H.P. y está circulando por un enfriador de chorro fluido Dunham - Bush. La velocidad de los recipientes cilíndricos (tambores) 6" x 6" se ajustó a 4 r.p.m. (Figura 2).

3.5 Análisis Estadístico

3.5.1. Correlación

La interdependencia entre los valores de FN y los porcentajes de germinación se calcularon con la fórmula de Karl Pearson (9) para el coeficiente de correlación.

$$r = \frac{\sum (dx \cdot dy)}{\sqrt{\sum (dx)^2 \sum (dy)^2}}$$

en donde:

r = Coeficiente de correlación.

x = Valor de la variable independiente.

y = Valor de la variable dependiente.

Las correlaciones se realizaron entre líneas, y dentro de cada línea para los valores de FN y porcentaje de germinación e índice de crecimiento.

Las variables correlacionadas en cada período de prueba fueron:

V1 = FN inicial.

V2 = Número de granos parte basal.

V3 = " " " " media.

V4 = " " " " terminal.

V5 = Número de granos total.

V6 = Granos germinados parte basal.

V7 = " " " " media.

V8 = " " " " terminal.

V9 = Granos germinados total.

V10 = Granos germinados categoría 1* (Basal).

V11 = " " " " (Media).

V12 = " " " " (Terminal).

V13 = Granos germinados categoría 2* (Basal).

V14 = " " " " (Media).

V15 = " " " " (Terminal).

V16 = Granos germinados categoría 3* (Basal).

V17 = " " " " (Media).

V18 = " " " " (Terminal).

V19 = Porcentaje de germinación (Basal).

V20 = " " " " (Media).

V21 = " " " " (Terminal).

V22 = Porcentaje de germinación total

V23 = IC (Basal).

V24 = IC (Media).

V25 = IC (Terminal).

V26 = IC Total.

V27 = FN Final.

Para apreciar la significancia del coeficiente de correlación obtenido por el cálculo, se utilizó el error típico del coeficiente de correlación r propuesto por Fisher (9) para muestras relativamente pequeños, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{E.T.r.} = \frac{\sqrt{1 - r^2}}{\sqrt{n - 2}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Primer período de prueba (120 hrs)

En base a los valores de correlación encontrados TABLAS 3, 4 y 6, se pueden hacer las consideraciones siguientes:

V1 FN INICIAL

Al disminuir el valor del FN (tiempo en segundos), que corresponde a un aumento en la actividad α - Amilasa -- el número de granos germinados de la parte terminal de la espiga aumenta considerablemente. Además, al terminar el primer período de prueba en la parte media de la espiga se observa un incremento en el número de granos germinados con categ. 3 (cuadro 1,3).

V2 No. DE GRANOS PARTE BASAL

Los valores negativos del coeficiente de correlación encontrados (TABLA 3) indican que en las líneas de triticales con mayor número de granos en la parte basal de la espiga, disminuye el número de granos germinados con categoría 3 y el IC de la parte media de la espiga; decreciendo éste último, en su totalidad en las primeras 120 hrs. de prueba (cuadro 9). La selección hacia estos tipos de triticales, pueden ser útil para reducir los problemas de germinación.



V3 No. DE GRANOS PARTE MEDIA

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

La correlación negativa alta observada (TABLA 3) muestra que las líneas de triticales con el mayor número de granos en la parte media de la espiga, presentan una disminución en el número de granos germinados de la parte basal con categoría 2 y de la parte media de la espiga con categoría 2 y 3. Así mismo, disminuye el IC en el tercio medio y el % de germinación es menor en éste y en el tercio superior de la espiga (cuadro 9). Al concluir el primer período de prueba no se asocia significativamente con las demás variables (TABLA 6). Sin embargo, selecciones para esta característica pueden ser favorables.

V4 No. DE GRANOS PARTE TERMINAL

En el tratamiento testigo, no se asoció significativamente (TABLA 3). Sin embargo, después de 120 hrs. de prueba (TABLA 4, 6) en los triticales con el mayor número de granos en la parte terminal de la espiga, se notó un aumento en el número de granos germinados de la parte basal con categoría 2, y aun aumento en el IC total y de la parte basal y media de la espiga (cuadro 9).

V5 No. DE GRANOS TOTAL

La correlación negativa encontrada (TABLA 3) señala que en los triticales con mayor número de granos, disminuyen los germinados, de la parte media con categoría 3,

al igual que decrece el IC en el tercio medio de la espiga.

Al concluir el primer período de prueba (TABLA 6) la correlación negativa hallada, señala que en estas líneas, el IC de germinación total decrece considerablemente (cuadro 9).

V6 GRANOS GERMINADOS PARTE BASAL

Los valores de correlación positivos manifestados (TABLA 3, 4) indican que al aumentar el número de granos germinados de la parte basal, aumenta el total de granos germinados, y de la parte media y terminal de la espiga. (cuadro 1).

La germinación al empezar y finalizar las primeras 120 hrs. de prueba es incipiente (categoría 1) en la parte basal de la espiga. Al iniciar, en la parte media de la espiga la germinación es de categoría 1 y 2 y en la parte terminal de categoría 1, la cual aumenta al finalizar éste período de prueba en la parte media a germinación de categoría 3 y a categoría 2 en la parte terminal de la espiga. (cuadro 3). Así mismo, crece el % de germinación total y de la parte basal, media y terminal de la espiga (cuadro 5).

V7 GRANOS GERMINADOS PARTE MEDIA

La correlación positiva alta encontrada (TABLA 3, 4) señala que al aumentar el número de granos germinados de la parte media de la espiga, crece el total de gra

nos germinados de la parte basal y terminal (cuadro 1).

Al término de las primeras 120 hrs. de prueba se advierte un aumento en el % de germinación total y del tercio medio y superior de la espiga (cuadro 5).

V8 GRANOS GERMINADOS PARTE TERMINAL

Los valores de correlación (TABLA 3, 6), enseñan que el número de granos germinados de la parte terminal de la espiga crece considerablemente al aumentar la actividad α - Amilasa desde el inicio hasta la terminación del primer período de prueba.

Después de 120 hrs. de estudio, la germinación en la parte basal, media y terminal de la espiga, se advierte en su máxima actividad (categoría 3). Puede notarse que no afecta directamente al % de germinación total (cuadro 5). Sin embargo, los valores de correlación (TABLA 4) muestran que el IC total, de la parte media, y también de la terminal de la espiga, dependen del aumento de ésta variable.

V9 GRANOS GERMINADOS TOTAL

La correlación positiva (TABLA 4) indica que en las líneas de triticale con el mayor número de granos germinados, se hallan los valores más altos del % de germinación total y de la parte media y terminal de la espiga. Además queda de manifiesto al terminar el primer período de prueba, un aumento considerable en el IC en la parte media de la espiga.

V10-12 GERMINACION PARTE BASAL (categoría 1, 2 y 3)

Los valores de correlación encontrados (TABLA 4, 6) señalan que al aumentar el número de granos germinados de la parte basal de la espiga con categoría 2, crece el valor del IC en la parte terminal. Cuando aumenta con categoría 3, el IC total, de la parte basal y terminal de la espiga aumenta también (cuadro 7).

V13-15 GERMINACION PARTE MEDIA (categoría 1, 2 y 3)

La correlación positiva alta observada (TABLA 3, 4) muestra que al aumentar el número de granos germinados de la parte media de la espiga con categoría 1 y 2, se incrementa el % de germinación total, de la parte basal, media y terminal de la espiga. Después de 120 hrs. de prueba un aumento en el número de granos germinados con categoría 3 ocasiona un incremento en el % de germinación total, en el tercio medio y superior de la espiga (cuadro 5). El valor del IC se amplía al iniciar la prueba por los granos germinados con categoría 3 y por la categoría 1 de germinación al concluir ésta (cuadro 7).

Puede notarse además, que al aumentar la actividad α -Amilasa, el número de granos germinados de la parte media de la espiga con categoría 3 crece considerablemente.

V16-18 GERMINACION PARTE TERMINAL (categoría 1, 2 y 3)

Los valores de correlación (TABLA 3, 6) señalan al iniciar la prueba, un incremento en el número de granos germinados con categoría 1 en tercio superior de la espiga y con categoría 2 al finalizar la prueba lo que ocasiona un aumento en el % de germinación total. El valor de IC total, se ve aumentado desde el inicio hasta el final del primer período de prueba por el incremento en el número de granos germinados con categoría 3 (cuadro 7).

V19-22 % DE GERMINACION PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL

Los valores de correlación encontrados (TABLA 3, 4, 6) muestran que al concluir el primer período de prueba el % de germinación en la parte basal depende principalmente, de granos germinados con categoría 1, en la parte media de categoría 3 y de categoría 2 en el tercio superior de la espiga principalmente. Además, el mayor % de germinación al finalizar este período, se presenta en la parte basal y media de la espiga (cuadro 5).

V23-26 IC PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL

Las correlaciones positivas halladas (TABLA 3, 4, 6) manifiestan que al terminar el primer período de prueba el IC en el total de la espiga es avanzado (categoría 3), siendo en la parte media de la espiga donde el número de

granos germinados es mayor (cuadro 7).

V27 FN FINAL

La actividad α - Amilasa al concluir el primer período de prueba es total (FN = 60 seg.). Como lo muestran las correlaciones encontradas (TABLA 6), la actividad - Amilasa afecta principalmente a la parte media de la espiga (cuadro 1).

4.2 SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.).

En base a los valores de correlación encontrados TABLAS 5, 7 y 8. se pueden hacer las consideraciones siguientes:

V1 FN INICIAL

Al iniciar el segundo período de prueba la actividad α - Amilasa es completa (FN = 60 seg.).

La correlación negativa observada (TABLA 7, 8) muestra que durante el transcurso del segundo período de prueba el número de granos germinados con categoría 3 en el tercio medio de la espiga, continúa aumentando. Además, crece también el número de granos germinados en la parte terminal de la espiga (cuadro 2).

V2-5 No. DE GRANOS PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL.

Los valores negativos de correlación encontrados (TABLA 7, 8) indican que en las líneas de triticales con el mayor número de granos y en aquellas con más granos en la parte basal de la espiga durante las 144 hrs. de prueba, disminuye en la parte terminal de la espiga el número de granos germinados con categoría 3.

En el lapso de las 120 a 144 hrs., decrecen los granos con categoría 2 en las líneas con más granos, y con mayor número de éstos en la parte basal y media (cuadro 10).

El valor total del IC se reduce también en los

triticales que tienen más granos por espiga.

V6-9 GRANOS GERMINADOS PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL

Los valores de correlación (TABLAS 5, 7, 8) enseñan que durante las últimas 24 hrs. de prueba en la parte media de la espiga las germinaciones ocurridas son de categoría 2 y 3 y de categoría 1 en el tercio superior, aumentando considerablemente durante este lapso su porcentaje de germinación. Puede notarse además, que la actividad

α - Amilasa continúa influyendo principalmente en los granos de la parte terminal de la espiga (cuadro 2).

V10-12 GERMINACION PARTE BASAL (categoría 1, 2 y 3)

Los valores de correlación encontrados (TABLAS 5, 7, 8) señalan que durante el transcurso del segundo período de prueba la germinación en la parte basal de la espiga ocurre en su máxima expresión (categoría 3), influyendo fuertemente en el IC y % de germinación total de la espiga (cuadro 4, 6, 8).

V13-15 GERMINACION PARTE MEDIA (categoría 1, 2 y 3)

La correlación observada (TABLAS 5, 8) indican que en el transcurso de las últimas 24 hrs. de estudio, en el tercio medio de la espiga, la acción de la actividad

α - Amilasa continúa en su máxima expresión (categoría 3). El IC se aumenta considerablemente (cuadro 8).

V16-18 GERMINACION PARTE TERMINAL (categoría 1, 2 y 3).

Las correlaciones halladas (TABLAS 5, 8) muestran que en la parte terminal de la espiga en el último período de prueba, la germinación sigue aumentando categoría 2, 3 y elevan el IC y el % de germinación total de la espiga (cuadro 4).

V19-22 % DE GERMINACION PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL

Los valores de correlación encontrados (TABLAS 5, 8) muestran que al concluir el último período de prueba el % de germinación en la parte basal depende principalmente de granos germinados con categoría 3, en la parte media de categoría 1 y 3, principalmente. En el tercio superior las germinaciones son de las tres categorías, marcándose las germinaciones de categoría 1 y 2 (cuadro 6). En este período, el mayor IC ocurre en parte basal y terminal de la espiga (cuadro 8).

V23-26 IC PARTE BASAL, MEDIA, TERMINAL Y TOTAL

Las correlaciones positivas encontradas (TABLAS 5, 7, 8) señalan que en las últimas 24 hrs. de estudio el IC está dado en la parte basal, media y terminal de la espiga por las germinaciones de categoría 3 y categoría 1 y 2 respectivamente (cuadro 8).

V27 FN FINAL

La correlación observada (TABLA 7), señala que en último período de prueba la actividad α - Amilasa continúa su acción en la parte media de la espiga principalmente. Puede notarse, un aumento considerable en el número de granos germinados con categoría 3 en esta parte de la espiga (cuadro 2).

V. CONCLUSIONES

- 1.- En las variables 2 a 5 en los dos períodos de prueba (120 - 144 hrs.) Selecciones de líneas de triticales con gran número de granos por espiga y distribución en mayor proporción en su parte basal y media, pueden ser útiles para la reducción de los problemas de germinación prematura.
- 2.- En las variables 6 a 9, en los dos períodos de prueba la actividad α - Amilasa afecta a la parte terminal de la espiga durante toda la prueba (144 hrs.), principalmente en el transcurso de la primera etapa. En las últimas 24 hrs. de estudio en la parte media de la espiga se advierte la máxima acción enzimática (α - Amilasa).
- 3.- Al finalizar el primer período, el % de germinación total depende de las germinaciones ocurridas en la parte media y terminal de la espiga, aumentando considerablemente éste porcentaje en el curso del último período, el IC de germinación alcanza su valor más alto en el tercio medio de la espiga.
- 4.- En las variables 10 a 18 durante los dos períodos, de estudio desde el principio al fin, la actividad - Amilasa influye principalmente en la parte media de la espiga. No obstante, en el total de la espiga las germinaciones se presentan con categorías 2 y 3. Esto oca

siona un aumento considerable en el IC y % de germinación total.

- 5.- En las variables 19 a 26, en los dos períodos, en la parte basal y terminal de la espiga la germinación es progresiva con el tiempo; y se presenta con categoría 1 y 2 para parte basal y terminal respectivamente y concluye con categoría 3, en ambas partes. En el tercio medio la germinación se mantiene con categoría 3 desde el inicio hasta el final, lo que demuestra que la acción α - Amilasa es más activa en esta parte de la espiga.
- 6.- En las variables 1 y 27, en los dos períodos, la actividad α - Amilasa afecta principalmente a la parte media de la espiga desde el principio hasta el final de la prueba.

Como Conclusiones Generales, se puede decir que:

- 7.- A nivel de campo un temporal lluvioso después de que el Triticale ha madurado, pero antes de que esté listo para cosecharse, es causa de la germinación del grano en las líneas con alta actividad α - Amilasa.
- 8.- Aún cuando no ocurre una visible germinación, el nivel de α - Amilasa puede ser considerablemente alto como resultado de un período de madurez en condiciones húmedas.

9.- En la actualidad una excesiva actividad de α - Amilasa está presente en la composición química del grano, en la mayoría de las líneas Mexicanas avanzadas de Triticale.

VI RECOMENDACIONES

De acuerdo a la conducción y resultados obtenidos del presente estudio, se sugiere repetir nuevamente este trabajo en la etapa de madurez morfológica y bajo un rango de actividad α - Amilasa más amplio en los Triticales avanzados.

En un programa de mejoramiento, debe darse suficiente importancia a la reducción de este problema, pues la potencialidad del Triticale como un cultivo comercial está en áreas temporaleras.

VII. RESUMEN

La germinación prematura del grano de Triticale antes de la cosecha durante su período de madurez en condiciones húmedas representa actualmente un obstáculo real para la explotación comercial amplia de este cereal, sobre todo en áreas temporaleras.

El objetivo del presente estudio fue determinar la correlación entre el % de germinación y la actividad

α - Amilasa presente en el grano de Triticale, analizado previamente en el Laboratorio con el F.N., para conocer si esta prueba puede ser una herramienta útil en la reducción de este problema.

Se estudiaron cinco líneas sobresalientes y la primer variedad de Triticale liberada en México, con rangos entre 60 a 116 seg. de F.N., durante 120 y 144 hrs., de germinación.

En el primer período y al finalizar la prueba, se observó que el % de germinación total depende de las germinaciones ocurridas en la parte media y terminal de la espiga.

Además se advierte, que la actividad α - Amilasa afecta principalmente a la parte media de la espiga desde el principio hasta el final de la prueba.

B I B L I O G R A F I A

1. AGRAWAL, P. K. 1977. Changes in amylase, starch and reducing sugars during grain development in triticale and their relation to grain shrivelling. Cereal Research Communications 5(3) 225-233 (EN) Triticale abstracts (1978) 4(4) Abst. 186.
2. BENNETT, M. D. 1974. Meiotic, gametophytic, and early endosperm development in triticale, p. 137-148. In Triticale: proceedings of an international symposium, El Batán, México, 1-3 October 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-024e.
3. BISHNOI, U. R., P. CHITAPONG, et al. 1978. Quantity and quality of triticale and other small grain silages. Agronomy Journal 70(3) 439-441 (EN, 11ref.) School of Agriculture, Alabama A & M UNIV., NORMAL, AL 35762, U.S.A.
4. BROUWER, J. B. 1977. Triticale: an alternative grain crop. JOURNAL of Agriculture, Victoria 75(9) 310-313 (EN) Wheat Res. Inst., Werribee, Vie., Australia 3030.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO REVISION DE PROGRAMAS CIMMYT 1976. El Batán, México, CIMMYT (1976) 59-64 (EN, Es) México 6, D. F. México.

6. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO --
CIMMYT review 1978. México, D. F., México; CIMMYT
(1978) 79-86.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO --
CIMMYT review 1979. México, D. F., México; CIMMIT
(1979) 74-81.
8. CHOJNACKI, G., BRYKCZYNSKI, J.; TYMIENTECKA, E. 1976. -
Preliminary information on sprouting in triticales.
Cereal Research Communications 4(2) 111-114 (EN, 6
ref.) Pl. Breed. Sta., Laski, Poland.
9. DE LA LOMA, J. L. (1966) Experimentación Agrícola. Ed. -
UTHEA; México pp. 126-137.
10. FIGUEROA CARDENAS J. D. (1979) OPTIMIZACION DEL TIEMPO -
DE GERMINACION EN MALTEO DE TRITICALE. Tesis Quími
co-Industrial Univ. Autonoma de Tamaulipas pp. 87-88.
11. GUSTAFSON, J. PERRY. 1974. Production of triticales ger -
PLASM, p. 227-233. In triticales: proceedings of an
international symposium, El Batán, México, 1-3 Oc-
tober 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-
024e.
12. HAGBERG, S. 1960. A rapid method for determining alpha-
amylase activity. Cereal Chem. 37: 218-222.

13. HAGBERG, S. 1961. Note on a simplified rapid method for determining alpha-amylase activity. Cereal Chem. 38: - 202-203.
14. HILL, R. D., A. J. KLASSEN, AND W. DEDIO. 1974. Metabolic factors influencing kernel development, p. 149-154, In triticale: proceedings of an international symposium, El Batán, México, 1-3 October 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-024e.
15. HULSE, J. H.; LAING, E. M. 1974. Nutrive value of tritica le protein Ottawa, Canada; International Development Research Centre. 183 pp (EN, fr, 20 pp. of ref.) Agriculture, Food and Nutrition Sciences Division, International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
16. KLASSEN, A. J., HILL, R. D. and LARTER, E. N. 1971. Alpha-amylase activity and carbohydrate content as related to kernel development in triticale. Crop Sci. 11:265-267.
17. KNOBLAUCH CH. J. 1975. Early Generation Selection in tritica le for Factors Contributing to protein Quality. Dissertation ABSTRACTS INTERNATIONAL B 36(1) 31B (EN, - Order No. 75-14,769) Mich. State Univ., Easta Lansing U. S. A.

18. KNOBLAUCH, C. J.; ELLIOTT, F. C. 1977. Protein quality of triticale. I. Early generation Selection for protein efficiency indices. *Crop Science* 17(2) 267-269 (EN, 9 ref) Dep. Crop & Soil Sci., Mich State Univ., East Lansing, U. S. A.
19. LORENZ, K.; WELSH, J. R. 1976. Alpha-amylase and protease activity of maturing triticale and its parental -- species. *Lebensm.- Wiss u- Technol.* 9(1) 7-10 (EN, 12 ref.) Dep. of Food Sci. and Nutr., Colorado State Univ., Fort Collins, CO 80523, U. S. A.
20. LORENZ K.; M. YETTER, AND R. M. SAUNDERS 1978. Scanning - electron Microscopy of maturing triticale, Wheat, - and rye. *Cereal Chem.* 55(1) 66-76.
21. MEDCALF, D. G.; EE. TOMBETTA; O. J. BANASIK, and K. A. GILLES 1966. A rapid procedure for alpha-amylase determination in malt. *Cereal Chemistry* 43; 675-682.
22. MILLER, E. V. FISILOGIA VEGETAL, Trad. de Francisco Latorre. UTEHA, México, 1967.
23. MOHANTY, S. C. 1976. Studies on triticale seeds at different stages of development. *Pantnagar Journal of Research* 2,253 (EN) Triticale abstracts (1979) 5(3) - Abst. 165.

24. MUNTZING, ARNE. 1974. Historical review of the development of triticales, p. 13-20. In Triticales: proceedings of an international symposium, El Batán, México, 1-3 October 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-024e.
25. PERTEN, H. 1964. Application of the falling number method for evaluating alpha-amylase activity. Cereal Chem. 41: 127-140.
26. PERUANSKIJ, JU. V.; FURSOV, O. V. 1977. Isoamilases, proteases inhibitors in the endosperm of triticales. Fiziologiyai Biokhimiya Kul'turnykh Rastenii 9(3) 239-243 (EN) Triticale abstracts (1978) 4(1) Abst. 49.
27. PLESHKOV, B.; SHULYNDIN, A.; KUZNETSOVA, N. 1976. Some biochemical properties of the protein complex of amphidiploid triticales. Sbornik Nauchnykh Rabot, Nauchno-issledovatel'skii Institut Sel'skogo Khozyaistava -- Tsentral'nochernozemnoy Polosy imeni V. V. Dokucheva 13(1, II) 130-137. (EN) Triticale abstracts (1978) 4(3) Abst. 144.
28. RINDERKNECHT, H.; P. WILDING AND B. J. HAVERBACK. (1967) A new method for the determination of -Amylase. University of Southern California, School of Medicine, Los Angeles (California 90033, U. S. A.)

29. SALMINEN, S. O.; HILL R. D. 1978. Rate and duration of dry matter accumulation in relation to Kernel Shrivelling in Triticale. Can. J. plant Sei. 58(1) 13-19 (EN, fr. 7 ref.) Dep. of pl. Sci., Manitoba Univ., Winnipeg, - Manitoba, Canada R3T 2N2.
30. SEBRELL H. W. Jr. Haggerty J. J. ALIMENTOS Y NUTRICION Colección Científica de TIME-LIFE México, 1979 pp. - 176-179.
31. SHEALY, H. E.; SIMMONDS, D. H. 1973. The early development morphology of the triticale grain. p 265-270. In proceedings of the fourth international wheat genetics symposium. Triticale. Columbia, U. S. A.; University of Missouri.
32. SHEBESKI, L. H. 1974. Future role of triticale in agriculture, p. 247-250. In Triticale: proceeding of an international symposium, El Batán, México, 1-3 October 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-024e.
33. SHINGH, B.; PATEL, J. A.; SAPRA, V. T. 1978. Amylase activity, X Triticosecale Wittmack. Euphytica 27(1) 19-25 (EN, 14 ref.) Sch. of agric. and Envir. Sci., Alabama A. & M. Univ., Normal, AL 35762, U. S. A.
34. SKOVMAND B. 1979. CIMMYT IMPRESO NO PUBLICADO.

35. SRIVASTAVA, A. K. 1978. Physiology of kernel shrivelling - and its reduction in triticale. Plant and Cell Physiology 19(2) 337-344 (EN) Triticale abstracts (1979) 5(1) Abst. 49.
36. TIPPLES, K. H. 1969. A Viscometric Method for measuring - alpha-amylase activity in small samples of wheat and flour. Cereal Chem. 46: 589-598.
37. VILLEGAS, E. 1973. Mejoramiento de la calidad nutritiva de triticale. 59-68 (EN, 6 ref.) CIMMYT, México 6, D. F. 1973.
38. WOLFF, A. 1976. Trigo x Centeno= Triticale. CIMMYT HOY -- (1976. No. 5, 15 pp. (EN) CIMMYT, México 6, D. F., - México.

A P E N D I C E .

CUADRO 1.- GRANOS GERMINADOS PRIMER PERIODO DE PRUEBA (120 hrs.)

VARIEDAD O CRUZA	FN INICIAL	E S P I G A			FN FINAL
		GRANOS GERMINADOS			
		BASAL	MEDIA	TERMINAL	
YOREME TCL - 74	116	32	40	19	60
NAVAJOA " S "	90	34	26	7	60
MAPACHE	73	65	75	36	60
RAHUM	61	43	72	27	60
BACUM	60	58	76	51	60
MAYA - ARMADILLO "S "	60	60	72	43	60

CUADRO 2.- GRANOS GERMINADOS SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.)

VARIEDAD O CRUZA	FN INICIAL	E S P I G A			FN FINAL
		GRANOS GERMINADOS			
		BASAL	MEDIA	TERMINAL	
YOREME TCL - 74	60	48	46	30	60
NAVAJOA " S "	60	29	22	8	60
MAPACHE	60	65	78	59	60
RAHUM	60	64	83	45	60
BACUM	60	66	83	41	60
MAYA - ARMADILLO " S "	60	68	76	32	60

CUADRO 3.- CATEGORIA DE GERMINACION PRIMER PERIODO DE PRUEBA (120 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	G E R M I N A C I O N								
	C A T E G O R I A			C A T E G O R I A			C A T E G O R I A		
	B A S A L			M E D I A			T E R M I N A L		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
YOREME TCL - 74	0	11	21	2	15	23	0	51	14
NOVOJOA " S "	4	19	11	2	5	19	0	4	3
MAPACHE	11	32	22	9	20	46	8	14	14
RAHUM	1	21	21	3	26	43	4	10	13
BACUM	6	14	38	8	19	49	3	12	36
MAYA - ARMADILLO "S"	5	21	34	1	21	50	3	18	22

CUADRO 4.- CATEGORIA DE GERMINACION SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	G E R M I N A C I O N								
	C A T E G O R I A			C A T E G O R I A			C A T E G O R I A		
	B A S A L			M E D I A			T E R M I N A L		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
YOREME TCL -74	11	16	21	4	19	23	5	11	14
NAVAJOA " S "	0	17	12	0	11	11	0	8	0
MAPACHE	15	18	32	18	20	40	17	10	32
RAHUM	7	29	28	3	19	61	3	18	24
BACUM	4	28	34	8	19	56	6	12	23
MAYA - ARMADILLO "S"	15	18	35	7	22	47	4	5	23



CUADRO 5.- PORCENTAJE DE GERMINACION PRIMER PERIODO DE PRUEBA (120 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	% D E G E R M I N A C I O N			X
	B A S A L	M E D I A	T E R M I N A L	
YOREME TCL - 74	20.7	24.7	20.4	22.2
NAVOJOA " S "	23.1	17.0	6.7	16.6
MAPACHE	52.4	51.0	45.6	50.3
RAHUM	29.5	41.1	22.7	32.3
BACUM	31.9	39.6	41.1	37.2
MAYA- ARMADILLO " S "	51.7	54.6	46.7	51.5

3

CUADRO 6.- PORCENTAJE DE GERMINACION SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	% D E G E R M I N A C I O N			- X
	B A S A L	M E D I A	T E R M I N A L	
YOREME TCL - 74	30.6	26.1	27.3	28.0
NAVOJOA " S "	19.9	14.7	7.0	14.4
MAPACHE	55.6	63.4	77.6	63.9
RAHUM	45.4	52.2	42.1	47.2
BACUM	40.1	43.7	29.5	38.6
MAYA - ARMADILLO " S "	50.00	55.1	45.7	51.2

CUADRO 7.- INDICE DE CRECIMIENTO PRIMER PERIODO DE PRUEBA (120 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	I N D I C E D E C R E C I M I E N T O			- X
	B A S A L	M E D I A	T E R M I N A L	
YOREME TCL - 74	9.0	13.8	6.0	9.6
NAVOJOA " S "	6.5	10.5	2.0	6.3
MAPACHE	9.0	30.5	7.5	15.0
RAHUM	10.3	16.8	4.3	10.4
BACUM	25.5	40.0	28.0	31.1
MAYA - ARMADILLO " S "	13.3	22.0	15.0	16.8

CUADRO 8.- INDICE DE CRECIMIENTO SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	INDICE DE CRECIMIENTO			- X
	B A S A L	M E D I A	TERMINAL	
YOREME TCL - 74	16.8	15.8	10.8	14.4
NAVOJOA "S"	4.3	4.8	0.0	3.0
MAPACHE	13.0	24.8	31.5	23.1
RAHUM	11.5	35.8	17.5	21.6
BACUM	22.5	35.0	17.0	24.8
MAYA - ARMADILLO " S "	25.0	66.5	27.3	39.6

CUADRO 9.- GRANOS POR ESPIGA PRIMER PERIODO DE PRUEBA (120 hrs.)

V A R I E D A D O C R U Z A	No. DE GRANOS *			% DE GERMINACION	IC
	BASAL	MEDIA	TERMINAL		
YOREME TCL - 74	155	162	93	22.1	28.75
NAVAJOA " S "	147	153	104	16.5	19.00
MAPACHE	124	147	79	50.2	47.00
RAHUM	146	175	119	32.2	31.25
BACUM	182	192	124	37.1	93.50
MAYA-ARM " S "	116	132	92	51.4	50.25

* PROMEDIO DE 5 ESPIGAS.

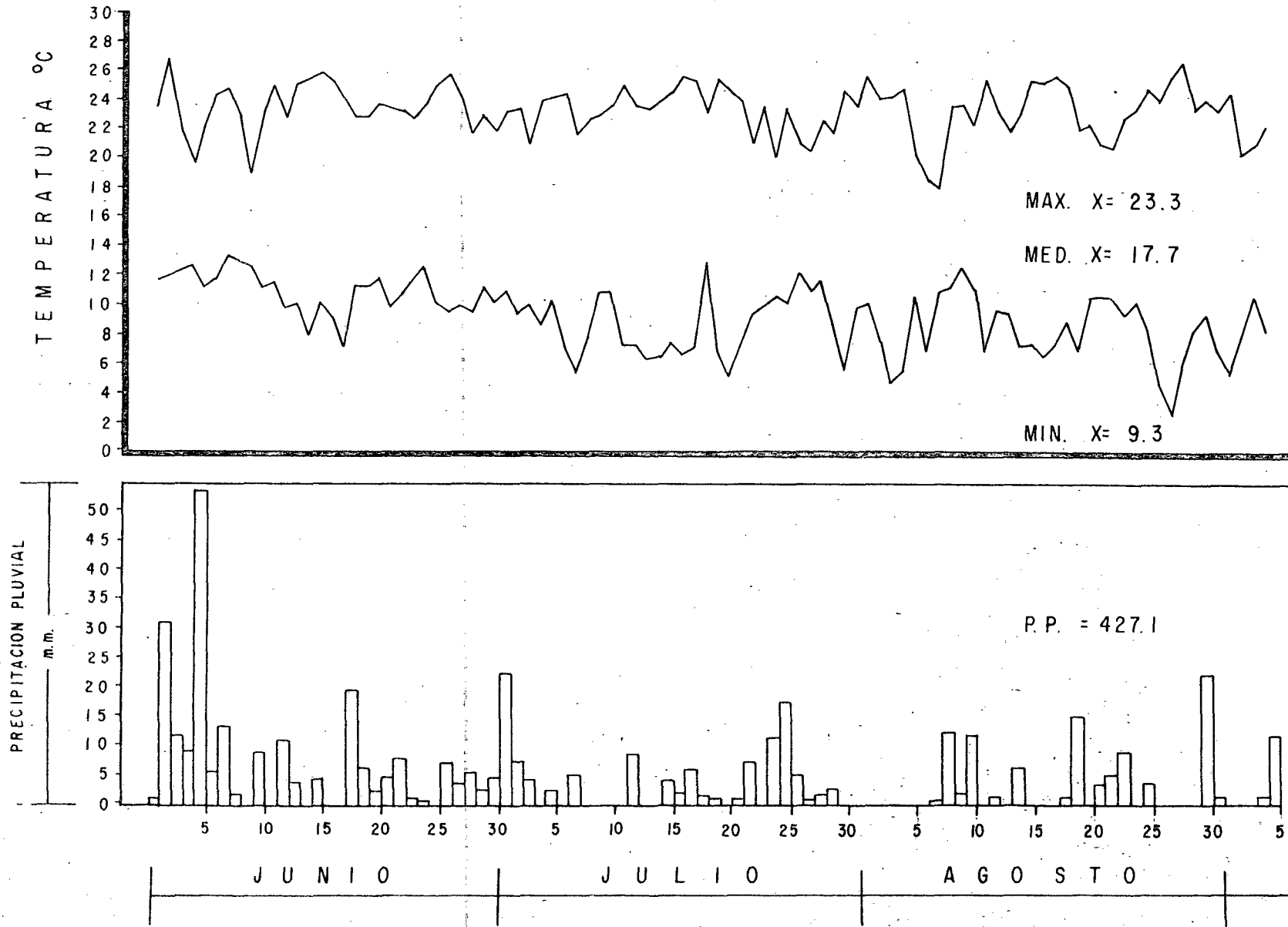
CUADRO 10.- GRANOS POR ESPIGA SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA (144 hrs.)

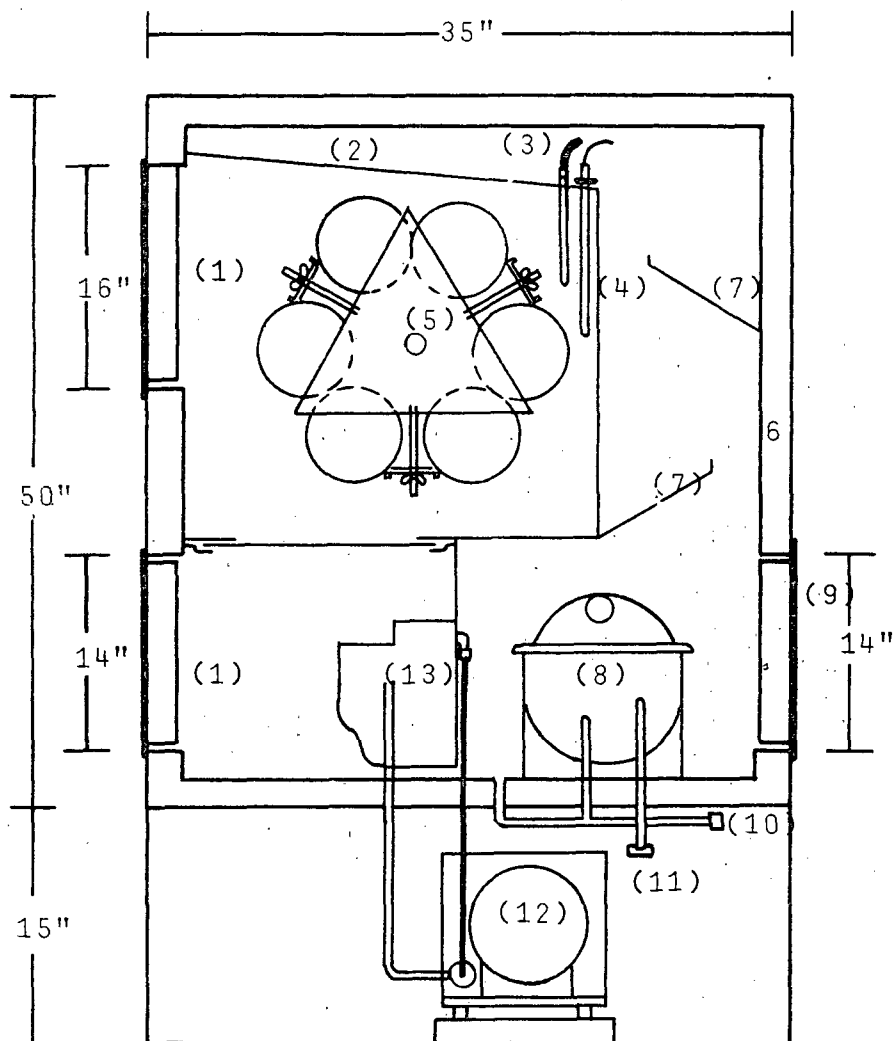
V A R I E D A D O C R U Z A	No. DE GRANOS *			% DE GERMINACION	IC
	BASAL	MEDIA	TERMINAL		
YOREME TCL - 74	157	176	110	27.9	43.25
NAVOJOA " S "	146	150	115	14.3	9.00
MAPACHE	117	123	76	63.9	69.25
RAHUM	141	159	107	47.1	64.75
BACUM	163	190	139	38.6	74.50
MAYA-ARM " S "	136	138	70	51.1	118.75

* PROMEDIO DE 5 ESPIGAS.

FIGURA N°1

GRAFICA DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION PLUVIAL DURANTE EL CICLO DE VERANO - 1978





SECCION LATERAL

- 1.- PUERTA
- 2.- Pared Perforada
- 3.- Registrador de Prueba
- 4.- Termoregulador
- 5.- Recipiente y Armazón Giratorio
- 6.- Fibra de Vidrio Aislante (2")
- 7.- Paredes
- 8.- Humidificador
- 9.- Tablero de Acceso
10. Dren
11. Alimentador de Agua
12. Compresor
13. Unidad Enfriadora



Categoría 1



Categoría 2



Categoría 3

Fig. 3 Categorías de germinación (1,2 y 3)

- categ. 1.- Solo rompimiento de la testa.
- categ. 2.- Emerge el coleoptilo pero no excede el tamaño del grano.
- categ. 3.- coleoptilo más raíces.

TABLA 2. PESO CORRECTO DE LA MUESTRA DE
ACUERDO AL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	PESO DE LA MUESTRA GR.
10.0	6.5
10.5	6.6
11.0	6.6
11.5	6.6
12.0	6.7
12.5	6.7
13.0	6.8
13.5	6.8
14.0	6.9
14.5	6.9
15.0	7.0

15.5	7.0
16.0	7.1
16.5	7.2
17.0	7.2
17.5	7.3
18.0	7.3

VALORES DE COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES
ESTUDIADAS DURANTE EL SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA

(144 hrs.)

V1	1.0																												
2	0.27	1.0																											
3	0.18	0.95**	1.0																										
4	0.14	0.84*	0.88*	1.0																									
5	0.19	0.95**	0.97**	0.95**	1.0																								
6	-0.69	-0.26	-0.07	-0.31	-0.22	1.0																							
7	-0.75	-0.23	-0.02	-0.19	-0.15	0.97**	1.0																						
8	-0.44	-0.46	-0.20	-0.29	-0.31	0.82*	0.84*	1.0																					
9	-0.66	-0.32	-0.09	-0.26	-0.22	0.97**	0.98**	0.92**	1.0																				
10	-0.07	-0.58	-0.51	-0.81*	-0.67	0.61	0.47	0.59	0.57	1.0																			
1	-0.65	0.29	0.47	0.50	0.45	0.48	0.63	0.38	0.53	-0.34	1.0																		
2	-0.71	-0.24	-0.08	-0.31	-0.22	0.97**	0.94**	0.76	0.93**	0.60	0.41	1.0																	
3	-0.29	-0.62	-0.46	-0.47	0.52	0.60	0.56	0.81*	0.67	0.65	-0.08	0.64	1.0																
4	-0.37	-0.22	-0.08	-0.45	-0.27	0.90*	0.82*	0.72	0.84*	0.82*	0.13	0.88*	0.55	1.0															
15	-0.81	-0.06	0.13	-0.01	0.02	0.89*	0.95**	0.69	0.89*	0.24	0.80	0.83*	0.30	0.68	1.0														
6	-0.12	-0.62	-0.44	-0.42	-0.50	0.49	0.46	0.81*	0.60	0.62	-0.12	0.50	0.97**	0.47	0.20	1.0													
7	-0.12	0.18	0.39	0.44	0.37	0.20	0.35	0.40	0.34	-0.26	0.74	0.03	0.12	0.04	0.49	-0.01	1.0												
8	-0.56	-0.46	-0.24	-0.40	-0.37	0.93**	0.92**	0.96**	0.97**	0.69	0.36	0.89*	0.79	0.85*	0.77	0.74	0.24	1.0											
9	-0.64	-0.62	-0.45	-0.60	-0.57	0.91*	0.88*	0.87*	0.92**	0.75	0.25	0.89*	0.77	0.83*	0.73	0.69	0.08	0.96**	1.0										
20	-0.70	-0.61	-0.44	-0.56	-0.55	0.91*	0.90*	0.87*	0.93**	0.69	0.32	0.85*	0.74	0.80	0.77	0.66	0.13	0.95**	0.97**	1.0									
1	-0.38	-0.77	-0.60	-0.67	-0.69	0.72	0.69	0.89*	0.79	0.80	0.01	0.69	0.89*	0.69	0.47	0.87*	0.05	0.89*	0.92**	0.90*	1.0								
2	-0.59	-0.68	-0.50	-0.62	-0.62	0.87*	0.84*	0.89*	0.90*	0.76	0.20	0.84*	0.81*	0.79	0.67	0.74	0.09	0.95**	0.99**	0.98**	0.96**	1.0							
3	-0.35	0.20	0.24	-0.13	0.09	0.72	0.61	0.32	0.57	0.51	0.15	0.79	0.29	0.80	0.54	0.14	-0.25	0.52	0.50	0.46	0.26	0.41	1.0						
4	-0.69	-0.17	-0.16	-0.46	-0.29	0.78	0.70	0.33	0.63	0.54	0.25	0.81	0.21	0.76	0.69	0.02	-0.19	0.57	0.68	0.68	0.39	0.60	0.78	1.0					
25	-0.55	-0.63	-0.49	-0.66	-0.61	0.87*	0.81*	0.83*	0.86*	0.83*	0.08	0.88*	0.83*	0.85*	0.62	0.74	-0.08	0.93**	0.98**	0.95**	0.93**	0.97**	0.56	0.67	1.0				
6	-0.65	-0.25	-0.19	-0.50	-0.34	0.88*	0.79	0.58	0.76	0.68	0.20	0.91*	0.45	0.88*	0.71	0.27	-0.19	0.73	0.81*	0.79	0.57	0.74	0.84*	0.96**	0.82*	1.0			
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
	V1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		

* Y ** : Significativo al 0.05 y 0.01 % Respectivamente.

TABLA 6.
VALORES DE COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES
ESTUDIAJAS TESTIGOS - 1er. PERIODO DE PRUEBA

V1	1.0	0.13	-0.11	-0.36	-0.09	-0.72	-0.80	-0.70	-0.78	-0.41	-0.42	-0.57	-0.32	-0.60	-0.86*	-0.57	-0.75	-0.50	-0.58	-0.72	-0.59	-0.66	-0.81	-0.57	-0.50	-0.56	0.0
2	-0.02	0.83*	0.79	0.52	0.77	0.01	0.00	0.14	0.04	0.21	-0.23	0.10	0.66	-0.23	-0.04	-0.00	-0.33	-0.36	-0.38	-0.34	-0.10	-0.29	0.55	0.52	0.44	0.52	0.0
3	0.41	0.63	0.55	-0.16	0.48	-0.19	-0.28	-0.19	-0.23	0.19	-0.11	-0.26	0.62	-0.39	-0.36	-0.00	-0.56	-0.01	-0.43	-0.50	-0.26	-0.42	0.11	0.25	0.03	0.14	0.0
4	-0.47	0.66	0.71	0.55	0.69	0.44	0.44	0.59	0.51	0.42	-0.05	0.51	0.77	-0.13	0.44	0.28	0.16	0.70	0.02	0.13	0.34	0.16	0.83*	0.84*	0.75	0.84*	0.0
5	-0.13	0.77	0.76	0.48	0.73	0.17	0.15	0.29	0.21	0.33	-0.13	0.22	0.76	-0.11	0.11	0.13	-0.17	0.47	-0.23	-0.18	0.06	-0.13	0.63	0.66	0.53	0.63	0.0
6	-0.46	-0.18	0.12	0.39	0.09	-0.06	0.36	0.02	0.14	-0.41	0.12	-0.01	-0.32	0.65	0.30	0.16	0.18	-0.10	0.00	0.29	-0.07	0.09	-0.12	-0.24	-0.24	-0.22	0.0
7	-0.53	-0.49	-0.31	0.15	-0.26	0.10	0.31	0.13	0.21	-0.29	0.14	0.16	-0.56	0.50	0.38	0.05	0.46	-0.04	0.29	0.44	0.12	0.31	-0.11	-0.27	-0.11	-0.18	0.0
8	-0.84*	-0.38	-0.08	0.18	-0.12	0.58	0.80	0.80	0.71	0.11	0.36	0.52	0.0	0.84*	0.83*	0.52	0.79	0.36	0.60	0.82*	0.57	0.70	0.26	0.29	0.26	0.28	0.0
9	-0.58	-0.38	-0.08	0.28	-0.08	0.09	0.43	0.15	0.26	-0.31	0.17	0.13	-0.40	0.66	0.43	0.18	0.40	-0.01	0.21	0.45	0.09	0.28	-0.07	-0.19	-0.13	-0.14	0.0
10	-0.42	-0.11	0.20	0.43	0.15	-0.11	0.33	-0.02	0.10	-0.43	0.11	-0.07	-0.26	0.63	0.26	0.16	0.10	-0.13	-0.06	0.22	-0.13	0.02	-0.13	-0.24	-0.27	-0.23	0.0
1	-0.31	-0.58	-0.46	-0.03	-0.41	0.28	0.39	0.31	0.35	-0.15	0.13	0.37	-0.52	0.50	0.48	0.08	0.64	0.12	0.48	0.59	0.35	0.50	0.0	-0.12	0.07	-0.02	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-0.56	-0.31	-0.09	0.36	-0.05	0.01	0.31	0.07	0.16	-0.36	0.09	0.09	-0.49	0.52	0.34	0.03	0.32	-0.05	0.13	0.34	-0.01	0.17	-0.07	-0.27	-0.13	-0.18	0.0
4	-0.55	-0.46	-0.24	0.16	-0.22	0.15	0.42	0.21	0.29	-0.29	0.14	0.23	-0.48	0.63	0.46	0.13	0.50	0.03	0.31	0.52	0.19	0.37	-0.05	-0.19	0.06	-0.12	0.0
15	-0.21	-0.77	-0.80	-0.43	-0.73	0.25	0.13	0.15	0.18	0.0	0.18	0.22	-0.56	0.17	0.25	0.0	0.57	-0.05	0.56	0.48	0.34	0.48	-0.21	-0.24	0.05	-0.18	0.0
6	-0.67	-0.02	0.22	0.61	0.25	0.07	0.44	0.23	0.28	-0.35	-0.01	0.25	-0.29	0.60	0.45	0.06	0.31	0.17	0.04	0.33	0.04	0.15	0.20	-0.04	0.09	0.07	0.0
7	0.09	0.27	0.09	0.07	0.16	0.10	0.12	0.48	0.24	-0.23	-0.65	0.72	-0.15	0.10	0.18	-0.36	0.23	0.69	-0.00	0.12	0.37	0.14	0.58	0.29	0.66	0.51	0.0
8	-0.20	-0.64	-0.52	-0.75	-0.67	0.70	0.43	0.29	0.48	0.83*	0.87*	0.03	0.54	0.23	0.41	0.83*	0.55	-0.05	0.82*	0.62	0.61	0.72	-0.21	0.36	-0.07	0.07	0.0
9	-0.48	-0.21	0.08	0.37	0.05	-0.04	0.37	0.04	0.16	-0.41	0.12	0.01	-0.34	0.66	0.33	0.16	0.22	-0.09	0.04	0.32	-0.04	0.12	-0.11	-0.24	-0.22	-0.21	0.0
20	-0.56	-0.60	-0.41	0.02	-0.38	0.22	0.38	0.19	0.29	-0.16	0.25	0.20	-0.49	0.54	0.45	0.16	0.56	-0.03	0.43	0.55	0.23	0.44	-0.12	-0.21	-0.10	-0.16	0.0
1	-0.62	-0.36	-0.17	0.24	-0.13	0.23	0.49	0.36	0.39	-0.27	0.04	0.41	-0.44	0.64	0.54	0.09	0.58	0.22	0.33	0.56	0.29	0.42	0.13	-0.06	0.13	0.05	0.0
2	-0.63	-0.25	0.02	0.38	0.01	0.12	0.48	0.22	0.32	-0.31	0.12	0.21	-0.34	0.69	0.48	0.18	0.41	0.08	0.19	0.46	0.12	0.28	0.04	-0.11	-0.03	-0.04	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	-0.30	-0.79	-0.73	-0.45	-0.72	0.37	0.33	0.29	0.35	0.04	0.28	0.31	-0.43	0.40	0.42	0.19	0.69	0.03	0.66	0.65	0.48	0.63	-0.16	-0.12	-0.01	-0.10	0.0
25	-0.12	-0.51	-0.38	-0.69	-0.54	0.61	0.37	0.21	0.40	0.82*	0.85*	-0.07	0.65	0.18	0.32	0.83*	0.40	-0.10	0.69	0.50	0.51	0.59	-0.22	0.36	-0.12	0.04	0.0
6	-0.29	-0.89*	-0.77	-0.75	-0.86*	0.65	0.47	0.34	0.50	0.54	0.73	0.18	0.08	0.41	0.51	0.65	0.75	-0.04	0.90*	0.78	0.67	0.82*	-0.26	0.13	-0.09	-0.04	0.0
27	1.0	0.13	-0.11	-0.36	-0.09	-0.72	-0.80	-0.70	-0.78	-0.41	-0.42	-0.57	-0.32	-0.60	-0.26*	-0.57	-0.75	-0.50	-0.58	-0.72	-0.59	-0.66	-0.51	-0.57	-0.50	-0.56	0.0

V1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

* y ** : significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente.

VALORES DE COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES
ESTUDIADAS TESTIGOS - 2º PERIODO DE PRUEBA

TESTIGOS
(0 hrs.)

V1	1.0	0.27	0.18	0.14	0.19	-0.69	-0.75	-0.44	-0.66	-0.07	-0.65	-0.71	-0.29	-0.37	-0.81	-0.12	-0.12	-0.56	-0.64	-0.70	-0.38	-0.59	-0.35	-0.69	-0.55	-0.65	0.0	
2	-0.02	0.46	0.57	0.81*	0.66	-0.12	-0.00	0.06	-0.01	-0.62	0.44	-0.08	0.07	-0.36	0.04	0.10	0.33	-0.08	-0.27	-0.24	-0.25	-0.27	-0.14	0.49	-0.31	-0.41	0.0	
3	0.41	0.25	0.36	0.60	0.44	-0.34	-0.25	0.08	-0.18	-0.41	0.03	-0.33	0.18	-0.42	-0.31	0.32	0.29	-0.14	-0.34	-0.34	-0.12	-0.29	-0.39	-0.80	-0.34	-0.65	0.0	
4	-0.47	0.31	0.45	0.59	0.49	0.32	0.42	0.33	0.38	-0.37	0.63	0.39	0.30	0.01	0.44	0.23	0.25	0.28	0.13	0.17	0.02	0.11	0.23	-0.00	0.09	0.07	0.0	
5	-0.13	0.38	0.51	0.73	0.58	0.02	0.14	0.20	0.13	-0.50	0.47	0.07	0.21	-0.22	0.15	0.23	0.31	0.07	-0.11	-0.08	-0.10	-0.11	-0.03	-0.37	-0.15	-0.27	0.0	
6	-0.46	-0.14	-0.06	-0.13	-0.11	0.35	0.43	0.22	0.36	0.03	0.59	0.20	-0.28	0.24	0.60	-0.29	0.61	0.26	0.31	0.36	0.13	0.28	-0.05	0.40	0.15	0.27	0.0	
7	-0.53	-0.23	-0.28	-0.43	-0.34	0.35	0.33	-0.01	0.24	0.22	0.25	0.29	-0.28	0.32	0.46	-0.39	0.04	0.16	0.33	0.36	0.09	0.28	0.21	0.71	0.25	0.54	0.0	
8	-0.84*	-0.35	-0.26	-0.41	-0.35	0.80	0.81*	0.50	0.74	0.40	0.53	0.75	0.21	0.65	0.85*	0.07	0.20	0.66	0.76	0.79	0.50	0.71	0.45	0.86*	0.67	0.80	0.0	
9	-0.58	-0.22	-0.18	-0.31	-0.25	0.44	0.47	0.18	0.39	0.17	0.47	0.33	-0.22	0.35	0.62	-0.30	0.35	0.29	0.41	0.45	0.18	0.36	0.12	0.63	0.28	0.48	0.0	
10	-0.42	-0.11	-0.01	-0.05	-0.05	0.31	0.41	0.24	0.35	-0.02	0.62	0.15	-0.28	0.19	0.59	-0.27	0.70	0.24	0.27	0.33	0.11	0.25	-0.12	0.30	0.10	0.18	0.0	
11	-0.51	-0.24	-0.32	-0.57	-0.41	0.46	0.39	0.02	0.31	0.43	0.08	0.45	-0.11	0.50	0.44	-0.26	-0.21	0.25	0.44	0.44	0.19	0.37	0.47	0.87*	0.42	0.74	0.0	
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	-0.56	-0.13	-0.14	-0.23	-0.18	0.31	0.34	-0.00	0.24	0.02	0.45	0.21	-0.37	0.20	0.53	-0.45	0.28	0.13	0.26	0.31	0.01	0.21	0.07	0.59	0.13	0.40	0.0	
14	-0.55	-0.22	-0.23	-0.43	-0.32	0.49	0.45	0.12	0.37	0.29	0.33	0.38	-0.20	0.44	0.57	-0.30	0.14	0.29	0.43	0.46	0.18	0.37	0.27	0.75	0.34	0.60	0.0	
15	-0.21	-0.37	-0.52	-0.76	-0.60	0.23	0.09	-0.14	0.06	0.56	-0.39	0.27	-0.00	0.40	0.04	-0.14	-0.61	0.09	0.32	0.28	0.19	0.28	0.41	0.71	0.38	0.62	0.0	
16	-0.67	0.05	0.09	0.02	0.06	0.41	0.49	0.10	0.36	-0.12	0.72	0.32	-0.35	0.22	0.70	-0.44	0.46	0.20	0.26	0.33	-0.02	0.20	0.15	0.57	0.11	0.40	0.0	
17	0.09	0.58	0.53	0.14	0.41	0.28	0.16	-0.09	0.12	0.23	-0.06	0.36	-0.05	0.48	-0.13	-0.15	-0.33	0.06	0.00	-0.05	-0.18	-0.07	0.85*	0.44	0.09	0.47	0.0	
18	-0.20	-0.87*	-0.78	-0.72	-0.81*	0.39	0.33	0.63	0.45	0.68	-0.33	0.42	0.90*	0.37	0.07	0.89*	-0.28	0.62	0.69	0.66	0.87*	0.75	0.04	0.14	0.76	0.33	0.0	
19	-0.48	-0.15	-0.08	-0.16	-0.13	0.37	0.44	0.21	0.37	0.06	0.57	0.22	-0.27	0.27	0.61	-0.29	0.57	0.27	0.33	0.38	0.14	0.30	-0.01	0.44	0.17	0.31	0.0	
20	-0.56	-0.35	-0.39	-0.56	-0.46	0.42	0.39	0.07	0.31	0.34	0.18	0.37	-0.14	0.40	0.47	-0.26	-0.03	0.26	0.44	0.47	0.22	0.40	0.25	0.76	0.38	0.62	0.0	
21	-0.62	-0.10	-0.12	-0.35	-0.21	0.54	0.51	0.11	0.41	0.27	0.38	0.48	-0.19	0.50	0.63	-0.33	0.08	0.31	0.44	0.46	0.14	0.36	0.44	0.84*	0.36	0.70	0.0	
22	-0.63	-0.14	-0.09	-0.21	-0.16	0.48	0.53	0.20	0.44	0.11	0.57	0.38	-0.23	0.37	0.69	-0.31	0.40	0.32	0.41	0.46	0.15	0.36	0.17	0.64	0.27	0.50	0.0	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	-0.30	-0.45	-0.54	-0.82*	-0.65	0.44	0.30	0.10	0.29	0.72	-0.28	0.45	0.15	0.59	0.23	0.02	-0.46	0.33	0.52	0.49	0.39	-0.49	0.49	0.80	0.57	0.75	0.0	
25	-0.12	-0.82*	-0.70	-0.58	-0.71	0.31	0.28	0.66	0.42	0.57	-0.28	0.32	0.90*	0.27	0.02	0.93**	-0.14	0.58	0.61	0.59	0.84*	0.69	-0.09	-0.03	0.67	0.16	0.0	
26	-0.29	-0.84*	-0.83*	-0.96**	-0.91*	0.51	0.40	0.48	0.47	0.87*	-0.37	0.53	0.66	0.60	0.18	0.59	-0.42	0.60	0.76	0.72	0.81*	0.78	0.30	0.55	0.83*	0.65	0.0	
27	1.0	0.27	0.18	0.14	0.19	-0.69	-0.75	-0.44	-0.66	-0.07	-0.65	-0.71	-0.29	-0.37	-0.81*	-0.12	-0.12	-0.56	-0.64	-0.70	-0.38	-0.59	-0.35	-0.69	-0.55	-0.65	0.0	

v1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

* y **: Significativo al 0.05 y 0.01 % Respectivamente.

VALORES DE COEFICIENTE DE CO-RELACION ENTRE LAS
VARIABLES ESTUDIADAS 10. PERIODO - 70. PERIODO DE PRUEBA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	1.0	0.27	0.18	0.14	0.19	-0.69	-0.75	-0.44	-0.66	-0.07	-0.65	-0.71	-0.29	-0.37	-0.81*	-0.12	-0.12	-0.56	-0.64	-0.70	-0.38	-0.59	-0.35	-0.69	-0.55	-0.65	0.0
2	0.13	0.85*	0.92**	0.97**	0.96**	-0.16	-0.06	-0.14	-0.11	-0.67	0.52	-0.15	-0.32	-0.27	0.08	-0.28	0.45	-0.24	-0.47	-0.44	-0.55	-0.50	0.02	-0.38	-0.52	-0.38	0.0
3	-0.11	0.66	0.82*	0.88*	0.83*	0.09	0.23	0.16	0.18	-0.57	0.77	0.04	-0.19	-0.10	0.28	-0.14	0.73	0.03	-0.18	-0.14	-0.29	-0.21	0.01	-0.24	-0.30	-0.23	0.0
4	-0.36	0.67	0.73	0.79	0.77	0.03	0.17	-0.15	0.04	-0.72	0.84*	0.0	-0.53	-0.21	0.43	-0.56	0.57	-0.16	-0.27	-0.20	-0.52	-0.33	0.02	0.02	-0.41	-0.11	0.0
5	-0.09	0.78	0.88*	0.94**	0.91**	-0.01	0.11	-0.04	0.03	-0.69	0.73	-0.04	-0.35	-0.21	0.30	-0.33	0.61	-0.13	-0.33	-0.28	-0.48	-0.38	0.02	-0.23	-0.44	-0.27	0.0
6	-0.72	-0.50	-0.39	-0.43	-0.45	0.78	0.75	0.68	0.77	0.53	0.18	0.88*	0.82*	0.82	0.59	0.67	-0.22	0.80	0.85*	0.88*	0.75	0.83*	0.55	0.62	0.87*	0.75	0.0
7	-0.80	-0.31	-0.12	-0.26	-0.23	0.97**	0.98**	0.84*	0.97**	0.49	0.57	0.95**	0.64	0.79	0.91*	0.52	0.24	0.93**	0.91*	0.93**	0.73	0.87*	0.60	0.72	0.85*	0.81*	0.0
8	-0.70	-0.03	0.09	-0.09	-0.01	0.88*	0.86*	0.63	0.83*	0.40	0.44	0.95**	0.58	0.78	0.77	0.42	-0.03	0.77	0.73	0.73	0.51	0.67	0.83*	0.73	0.74	0.83*	0.0
9	-0.78	-0.29	-0.13	-0.26	-0.23	0.93**	0.92**	0.76	0.91**	0.50	0.45	0.97**	0.70	0.77	0.82*	0.55	0.02	0.88*	0.88*	0.88*	0.70	0.84*	0.69	0.73	0.86*	0.84*	0.0
10	-0.41	-0.62	-0.55	-0.37	-0.52	0.33	0.32	0.48	0.39	0.30	-0.12	0.44	0.84*	0.16	0.11	0.76	-0.36	0.49	0.54	0.53	0.64	0.57	0.08	0.11	0.60	0.77	0.0
1	-0.42	-0.96**	-0.88*	-0.68	-0.85*	0.70	0.31	0.53	0.39	0.43	-0.11	0.29	0.68	0.15	0.16	0.66	-0.09	0.51	0.63	0.65	0.77	0.70	-0.24	0.13	0.62	0.22	0.0
2	-0.57	0.33	0.30	0.03	0.18	0.78	0.72	0.40	0.66	0.32	0.40	0.85*	0.34	0.72	0.69	0.16	-0.11	0.58	0.53	0.52	0.25	0.45	0.34**	0.76	0.55	0.81*	0.0
3	-0.37	-0.71	-0.01	0.14	-0.00	0.41	0.48	0.70	0.55	0.07	0.31	0.45	0.77	0.19	0.14	0.77	0.21	0.58	0.45	0.47	0.54	0.49	0.08	-0.11	0.44	0.08	0.0
4	-0.60	-0.25	-0.05	-0.28	-0.19	0.91*	0.93**	0.80	0.92**	0.54	0.58	0.81*	0.40	0.84*	0.91*	0.34	0.48	0.87*	0.84*	0.85*	0.66	0.80	0.51	0.68	0.75	0.74	0.0
15	-0.88*	-0.31	-0.16	-0.28	-0.26	0.94**	0.94**	0.73	0.91*	0.47	0.51	0.96**	0.60	0.74	0.88*	0.44	0.07	0.86*	0.88*	0.90*	0.67	0.93*	0.66	0.80	0.84*	0.87*	0.0
6	-0.57	-0.75	-0.56	-0.49	-0.40	0.69	0.72	0.88*	0.79	0.54	0.22	0.67	0.87*	0.51	0.55	0.84*	0.16	0.86*	0.88*	0.89*	0.93**	0.21*	0.11	0.31	0.84*	0.47	0.0
7	-0.75	-0.47	-0.41	-0.58	-0.51	0.85*	0.78	0.58	0.77	0.65	0.17	0.90*	0.62	0.77	0.67	0.44	-0.26	0.77	0.88*	0.87*	0.69	0.83*	0.69	0.88*	0.89*	0.94**	0.0
8	-0.50	0.38	0.48	0.27	0.39	0.69	0.67	0.39	0.62	0.13	0.50	0.76	0.31	0.59	0.66	0.17	0.02	0.51	0.41	0.40	0.15	0.23	0.84*	0.56	0.41	0.63	0.0
9	-0.58	-0.75	-0.71	-0.77	-0.77	0.67	0.59	0.57	0.63	0.72	-0.12	0.73	0.77	0.61	0.39	0.63	-0.40	0.71	0.85*	0.83*	0.81*	0.85*	0.43	0.65	0.90*	0.75	0.0
20	-0.72	-0.56	-0.44	-0.62	-0.56	0.91*	0.86*	0.74	0.87*	0.72	0.22	0.92**	0.69	0.83*	0.73	0.56	-0.08	0.89*	0.98**	0.98**	0.82*	0.94**	0.61	0.82*	0.96**	0.91*	0.0
1	-0.59	-0.36	-0.25	-0.45	-0.37	0.87*	0.80	0.70	0.82*	0.69	0.13	0.94**	0.79	0.82*	0.62	0.64	-0.23	0.84*	0.88*	0.84*	0.74	0.83*	0.76	0.72	0.91*	0.87*	0.0
2	-0.66	-0.59	-0.50	-0.65	-0.60	0.85*	0.78	0.70	0.80	0.74	0.08	0.89*	0.78	0.78	0.61	0.63	-0.24	0.85*	0.91**	0.92**	0.83*	0.91*	0.61	0.76	0.96**	0.87*	0.0
3	-0.51	0.50	0.59	0.48	0.55	0.53	0.55	0.25	0.47	-0.14	0.61	0.61	0.16	0.35	0.60	0.02	0.09	0.34	0.22	0.24	-0.03	0.14	0.68	0.41	0.20	0.44	0.0
4	-0.57	-0.00	0.18	0.14	0.11	0.68	0.70	0.63	0.70	0.17	0.44	0.77	0.68	0.48	0.60	0.57	0.03	0.67	0.57	0.58	0.46	0.54	0.57	0.35	0.57	0.51	0.0
25	-0.50	0.40	0.48	0.32	0.41	0.56	0.54	0.25	0.48	0.00	0.43	0.67	0.27	0.42	0.53	0.11	-0.13	0.37	0.29	0.29	0.04	0.21	0.78	0.49	0.31	0.55	0.0
6	-0.54	0.27	0.39	0.30	0.34	0.83	0.64	0.42	0.59	0.03	0.50	0.72	0.42	0.45	0.60	0.29	-0.00	0.51	0.40	0.41	0.20	0.34	0.70	0.43	0.41	0.53	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SEGUNDO PERIODO DE PRUEBA
(144 hrs.)

* y ** : Significativo al 0.05 y 0.01 % Respectivamente.