

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO SISTEMATICO PARA LA EVALUACION DE
"CALIDAD" EN CUATRO VARIEDADES DETRITI-
CALE.

ROCIO DEL CARMEN SALAS SANCHEZ

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

1 9 7 7



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE QUÍMICA

GLASI Tesis 355
ADQ. 1977
FECHA 11
PROC. 6



QUÍMICA

A mi Padre, a su cariño y a su recuerdo.

Con agradecimiento y cariño a mi Madre
A mi Esposo y a mi Hijo, con todo mi amor
A mis Hermanos, Pancho, Hugo y Araceli

A mis Maestros.

Expreso mi agradecimiento al Dr. Francisco J. Rodriguez-Bores y al Ing. Federico Castilla Chacón por su ayuda e interés que mostraron en la realización de este trabajo.

Agradezco a la maestra Angela Sotelo L., Al Dr. Andrés Iruegas y a todos los integrantes del Departamento de Cereales por su ayuda y amistad.

Jurado asignado originalmente según el tema.

PRESIDENTE Ninfa Guerrero de C.

VOCAL Enrique García Galeano P.

SECRETARIO Angela Sotelo López

1er.SUPLENTE Alejandro Garduño T.

2do.SUPLENTE Miguel Hernández I.

Sitio donde se desarrolló el tema: Lab. de Farinología, INIA, Chap.

Nombre completo y firma del sustentante: Rocio del C. Salas Sánchez

Nombre completo y firma del asesor del tema: Angela Sotelo L.

Nombre completo y firma del supervisor técnico: Dr. F.J. Rodríguez

C O N T E N I D O

Pág.

I.	INTRODUCCION -----	1
II.	REVISION DE LITERATURA -----	4
	A. Introducción	
	B. Factores Agronómicos	
	1. Triticale como cereal	
	2. Antecedentes	
	C. Pruebas de Calidad en Programas de Mejoramiento	
	1. Pruebas Predictoras	
	2. Pruebas Reológicas	
	3. Proceso de Molienda	
	4. Proceso de Panificación	
	D. Aspectos Nutricionales	
	1. Evaluación de la calidad de proteína	
III.	MATERIALES -----	20
IV.	METODOS -----	22
	A. Químicos	
	1. Pruebas Químicas	
	2. Pruebas Reológicas	
	3. Molienda	
	4. Panificación	
	B. Nutricionales	
	1. Pruebas Químicas (Determinación de Lisina y Triptofano)	
V.	RESULTADOS Y DISCUSION -----	51
	A. Pruebas Predictoras de Calidad	
	1. Contenido de Proteína	
	2. Valores de Pelshenke y Sedimentación	
	3. Cenizas y Humedades	
	B. Pruebas Reológicas	
	1. Farinógrafo	

2.	Alveógrafo	
3.	Mixógrafo	
C.	Panificación	
1.	Calidad en Triticales	
2.	Mezcla Triticale-Trigo	
3.	Mezcla Triticale-Soya	
D.	Calidad Nutritiva	
VI.	CONCLUSIONES	86
VII.	BIBLIOGRAFIA	89

I. INTRODUCCION

El origen de los cereales, su evolución y su explotación como cultivos alimenticios, data de miles de años, desde que el hombre empezó a aprovecharlos para su nutrición. Durante el avance de su evolución sociológica, el hombre ha empleado técnicas que mejoran día con día de acuerdo a sus necesidades. Este avance se ha mejorado notablemente en los últimos años, cuando los estudios bioquímicos y fitogenéticos han sido de gran utilidad para la alimentación mundial.

Al considerar las fuentes alimenticias humanas y sus correspondientes problemas de escases y calidad nutritiva, se debe tener en cuenta que no habrá variación en las costumbres ni en los hábitos dietéticos de los niveles socioeconómicos en que intervienen la selección de alimentos, por lo que es necesario mejorar genéticamente las posibilidades nutritivas del Triticale, específicamente, y de los cereales, en general, ya que éstos constituyen los componentes principales de las dietas de subsistencia en todo el mundo.

El Triticale es un cereal formado por el hombre. Es un anfiploide que contiene en su totalidad los genomas del trigo y del centeno. El nombre de Triticale, se forma con las dos primeras sílabas de Triticum y las dos últimas de Secale, por lo que indica que es un cereal híbrido intergenérico que combina el trigo con el centeno.

El primer objetivo en la producción de Triticale, fué obtener variedades fértiles con alto potencial de rendimiento, características agronómicas favorables y grano de buena calidad nutritiva. En México, el Departamento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Universidad de Manitoba en Canadá, ha introducido al programa de Cereales, un proyecto de mejoramiento genético y químico de los triticales, en el que se ha venido trabajando desde el año de 1964.

El Triticale es una esperanza real y un reto a la naturaleza que debe ser estudiado más ampliamente, debido a su alto rendimiento y calidad proteica, conviene para esto, hacer estudios sistemáticos para obtener datos de valor que puedan ser utilizados por los fitomejoradores y para uso directo de la industria alimenticia.

El propósito del presente estudio sobre Triticale es el de contribuir al conocimiento sobre las características farinológicas y nutricionales, tomando en cuenta su variabilidad en las propiedades reológicas desde el punto de vista industrial, y en los niveles de proteína y aminoácidos esenciales limitantes, desde el punto de vista química. Para esto, se utilizaron cuatro de las variedades de Triticale más importantes que se cultivan experi -

mentalmente en nuestro país. Además, fueron investigados - los efectos causados por la suplementación de harinas de - trigo y soya a los triticales en el producto final del proceso de panificación.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Introducción

Hay varias maneras que pueden ser apropiadas para la revisión de la literatura que es relevante en el proyecto de ésta tesis. Si la revisión es dirigida a la literatura que específicamente menciona los aspectos químicos del Triticale, entonces la revisión será breve debido a la escases de estudios documentados en éste tópicó. En el otro extremo, si se adoptara una amplia manera para cubrir todos los aspectos de genética y mejoramiento del Triticale, la revisión será muy extensa. Obviamente una manera intermedia tuvo que ser escogida.

La revisión que sigue será presentada en tres secciones. La primera revisará la literatura sobre los factores genético-ambientales y agronómicos del Triticale, por ser de importancia en la calidad de sus productos finales. La segunda sección tratará con la literatura sobre la necesidad, aplicación y el valor de las pruebas de calidad usadas en los programas de mejoramiento de los cereales. Finalmente, se revisará la literatura sobre los aspectos nutricionales del Triticale.

Una calificación adicional, el término "Calidad" usado en la revisión y de hecho en toda la tesis, se refiere a la calidad molinera y panadera. La calidad nutricio-

nal, la cual es importante en los países donde los productos derivados del trigo aportan la mayoría de la proteína para su nutrición humana, es compatible con "calidad" en lo que respecta al contenido de proteína. Las dos "calidades" son incompatibles en términos del primer aminoácido limitante y esencial, lisina. Finalmente, calidad agronómica que implica los caracteres genéticos manifestados en los cereales para aumentar su producción. Este tipo de calidad está fuera del tópico de ésta tesis y sólo se mencionará brevemente.

B. Factores Agronómicos

1. Triticale como cereal.- El Triticale es un cereal sintético, obtenido por la combinación del genoma(s) de trigo (género Triticum) y centeno (género Secale). Dependiendo, ya sea del trigo tetraploide (T. turgidum L. durum, $2n=4x=28$ cromosomas) o del trigo hexaploide (T. aestivum L. em Thell, $2n=6x=42$ cromosomas), son obtenidos respectivamente los triticales hexaploides ($2n=6x=42$ cromosomas) y los triticales octaploides ($2n=8x=56$ cromosomas). - Los dos triticales pueden ser representados en términos de su composición genómica como sigue:

$$\begin{array}{rclcl}
 (1) & \underline{T. turgidum} & + & \underline{Secale} & = & \underline{Triticale hexaploide} \\
 & AABB & + & RR & = & AABRRR
 \end{array}$$

$$(2) \begin{array}{c} \underline{T. aestivum} \\ \text{AABBDD} \end{array} + \begin{array}{c} \underline{Secale} \\ \text{RR} \end{array} = \begin{array}{c} \underline{\text{Triticale octaploide}} \\ \text{AABBDDRR} \end{array}$$

El triticale tetraploide (AARR) ha sido sintetizado en la actualidad pero sus especies no han sido estudiadas ampliamente como lo han sido los triticales hexaploides y octaploides. Solo las especies hexaploides han sido desarrolladas a nivel de programas de mejoramiento y actualmente estan siendo usadas comercialmente en Canadá y en los Estados Unidos.

2. Antecedentes.- El Triticale es un cereal conocido desde el último cuarto del siglo pasado, sin embargo, la primera descripción del híbrido es la que publicó Wilson en 1876 (Müntzing, 1939), describiéndolo como un híbrido estéril, con pedúnculo pubescente parecido al centeno proveniente de semilla producida por trigo.

El híbrido fué descrito en forma más detallada por Rimpau en 1888 reportando el primer triticale fértil encontrado en una población de cruza de trigo con centeno, éste triticale tenía una sola espiga con 15 granos, 12 de los cuales produjeron plantas fértiles de fenotipo uniforme (O'Mara, 1938).

Sin embargo, las primeras investigaciones inten -

sivas se establecieron hasta 1918, en la Estación Agrícola Experimental de Sratov, en el sureste de Rusia, donde se produjeron miles de híbridos de trigo y centeno en las parcelas de prueba de trigos de invierno. Aunque todos los híbridos eran estériles, se habían creado gran cantidad de semillas fértiles mediante retrocruzas espontáneas con trigos y centenos vecinos (Meister, 1921).

Los investigadores soviéticos no pudieron encontrar una base teórica firme que explicara las fecundaciones espontáneas ocurridas, pese a esto se continuó el trabajo con triticales durante los años veintes y primera parte de los treintas, e inclusive se llevaron a cabo pruebas preliminares sobre las características de panificación. Estos esfuerzos fueron interrumpidos por el estallido de la segunda guerra mundial. Sin embargo, en otros países europeos se llevaban a cabo investigaciones importantes y fué en Suecia donde las destacadas aportaciones de Arne Müntzing al mejoramiento del triticales comenzaron en 1931 y aún continúan en la actualidad. En 1936, Müntzing descubrió una planta de Triticale con tres espigas cuyas anteras habían producido de 20 a 60% de granos de polen viable, y otra planta que solo tenía una espiga parcialmente fértil. Usando éste polen para obtener la autofecundación, Müntzing produjo una sola semilla que germinó y que a su vez produjo una planta con 56 cromosomas, siendo así un nuevo Triticale (Müntzing, 1939).

Givadou en 1937, descubrió que la colchicina, un alcaloide cristalino, inducía la duplicación del número de cromosomas en las plantas (O'Mara, 1953). Este descubrimiento fué aplicado con gran éxito al Triticale obteniendo así géneros capaces de reproducirse. Actualmente es el método utilizado, aunque ha habido modificaciones tanto en las concentraciones como en las técnicas usadas.

Después de solucionado el principal problema que representaba la infertilidad del Triticale, con el método de la colchicina, se unió a su desarrollo una delicada técnica que consiste en el desprendimiento de los embriones de Triticale para transplantarlos a un medio de cultivo con nutrimentos (O' Mara, 1953).

A pesar de todos éstos avances, los fitomejoradores encontraron la persistente tendencia de las poblaciones procedentes de triticales primarios formados mediante el cultivo de embriones y la duplicación de cromosomas, de tener altos porcentajes de esterilidad y semillas con endospermo arrugado. A éstos problemas, se les unió una gran lista de deficiencias agronómicas del Triticale (Allard, 1960).

Los avances más significativos para el desarrollo del Triticale como un nuevo cereal, han sido desde que en 1950 la Universidad de Manitoba, Canadá, conjuntó por primera vez los esfuerzos de Instituciones y científicos

de todo el mundo, cada uno de ellos aportó un gran número de triticales primarios, obteniendo así un resultado inicial importante que era la confirmación de las cualidades genotécnicas superiores de los triticales hexaploides híbridos del trigo cristalino tetraploide x centeno diploide al comparárseles con los octaploides más comunes, producto del cruzamiento del trigo harinero hexaploide con el centeno (Jenkins, 1958).

Por lo establecido anteriormente, las investigaciones se han dirigido principalmente a las formas hexaploides como una especie cultivable. Sánchez Monge, del Instituto de Investigaciones Agrarias, de España, postuló que el número óptimo de cromosomas del triticales se encuentra al nivel hexaploide y que se debe dar importancia a las investigaciones de las líneas de éste tipo particular. Anotó que los triticales hexaploides primarios, tuvieron una fertilidad incompleta semejante a la encontrada en las formas octaploides, pero sin embargo, el triticales hexaploide fué fenotípicamente mucho más vigoroso que los octaploides (Sánchez Monge, 1958).

Munck en 1969, concluyó que por lo menos se necesita 15 años para producir una variedad que combine nuevas cualidades nutritivas con características agronómicas favorables, aunque Quiñonez y Rodríguez-Bores (comunicación personal, 1976) sostienen que se puede obtener una varie -

dad de triticale con las características deseadas realizando dos generaciones por año durante 4-5 años.

En 1969, fueron liberados para su producción comercial dos hexaploides simultáneamente, el llamado Rosner obtenido por O'Mara, en Canadá y el triticale hexaploide - Cachirulo, formado bajo la dirección de Sánchez Monge en España. A su vez Hungría ya sembraba 15 mil hectáreas de triticales para la alimentación de animales (Kiss, 1968).

En México, el programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, ha incluido triticales hexaploides provenientes de la provincia de Manitoba, Canadá, y los resultados de éstas investigaciones han ofrecido una colección agronómicamente prometedores, en adición a un equipo de investigadores experimentados para completar un Programa de Mejoramiento muy satisfactorio.

C. Pruebas de Calidad en Programas de Mejoramiento.

1. Pruebas Predictoras.- Los programas de mejoramiento genético del trigo, han guiado a la transformación tradicional de la Agricultura; con la introducción de mejor adaptabilidad, resistencia a enfermedades y variedades de alta calidad (Geddes, 1941). Sin embargo, aunque se ha trabajado intensamente en el aspecto bioquímico durante muchos años, los químicos cerealeros no han desarrollado a

la fecha una simple, rápida y precisa prueba para predecir la calidad del trigo y que pueda ser usada en la selección de material con gran potencial de calidad en los programas de mejoramiento.

Actualmente hay varias pruebas disponibles, sin embargo, todas ellas tienen ciertas inconveniencias. En muchos de los casos no dan una predicción de calidad aceptable, debido a que son inespecíficas para una o por lo menos para un número pequeño de características de las tan tas que están involucradas en la calidad molinera y panadera. Algunas de las más relevantes pruebas predictoras de calidad serán revisadas.

Pelsheñke (1933), desarrolló un método simple y rápido para predecir calidad en trigos. Esta prueba permite seleccionar las plantas individuales más prometedoras en las generaciones F_2 y F_3 , con relación a su calidad del gluten y facilita el descarte de un gran número de plantas que han sido cosechadas en las generaciones mencionadas. Este procedimiento ha probado ser altamente satisfactorio para separar materiales de gluten fuerte y gluten débil. Considerables avances se han hecho para mejorar la calidad de los trigos mexicanos desde la introducción de este método en programas nacionales de mejoramiento.

Otra prueba de calidad que ha sido razonablemente útil para predecir la calidad de un trigo, es la prueba

de sedimentación de Zeleny (Zeleny, 1947). Así como la prueba de Pelshenke, el valor de sedimentación está también afectado por la calidad y la cantidad de las proteínas del gluten. Se ha sugerido que de todas las pruebas predictoras, la prueba de sedimentación de Zeleny es la que da mejor predicción de calidad para los trigos panaderos (Greenaway et al, 1966).

2. Pruebas Reológicas.- Un gran número de las llamadas pruebas físicas o reológicas de la masa, como por ejemplo: Alveógrafo, Farinógrafo y Mixógrafo, son usadas para proporcionar información relacionada con el valor del volumen del pan y además dar una idea de las características de la harina y los parámetros de procesamiento. Estas pruebas también pueden ser aplicadas para predecir calidad en las primeras generaciones de trigos (Kent-Jones and Amos, 1967). Así como otras pruebas, éstas solo proporcionan una información parcial y no pueden usarse exclusivamente como pruebas predictoras.

La evaluación de las características de la harina y la predicción de su posible comportamiento durante el proceso de fermentación revisten una gran importancia para panificación. Para la evaluación de éstas características hay que tener en cuenta dos funciones específicas:

a) La capacidad de una masa para retener el gas, que esta en función con la calidad y cantidad de gluten.

b) La capacidad de la masa para producir gas, esta en relación con la cantidad de azúcares fermentecibles.

Estos métodos que predicen calidad en trigos, han sido de gran utilidad para la selección y el mejoramiento de los triticales.

3. Proceso de Molienda.- Este proceso representa la culminación del proceso tecnológico a través de los años. El objetivo de este proceso es romper el grano de trigo y obtener tanto endospermo como sea posible e ir reduciéndolo gradualmente a partir de las partículas de gran tamaño a harina.

Este proceso consta principalmente de dos partes: Molienda y Separación. La molienda se lleva a cabo sobre rodillos de extrucción, los cuales son lisos, reduciendo las partículas de endospermo durante todo el proceso. Dentro de la parte de separación se encuentran la purificación y clasificación del tamaño de las partículas. Esta fase se lleva a cabo en máquinas llamadas purificadoras y clasificadoras, las cuales separan la mezcla de partículas (germen y salvado) de acuerdo a su tamaño antes de una futura molienda y eventual reducción de partículas de endospermo a hari-

na (Rodríguez- Bores, 1976).

Si el endospermo va libre de impurezas hacia el sistema de reducción la harina resultante se obtendrá más brillante y blanca (Panter, 1975). En la actualidad se cuenta con un gran número de pruebas físicas y químicas que están a disposición para ayudar al molinero a producir un rendimiento óptimo de harina con una calidad específica a partir de una muestra de trigo.

La granulación o el tamaño de la partícula es el principal componente de calidad de la harina y está en dependencia del proceso de molienda.

Para el mejor funcionamiento en el proceso de panificación, la harina debe tener un determinado tamaño de la partícula en una distribución uniforme. Otro factor de calidad que depende casi completamente del proceso de molienda es el grado de almidón dañado, la mayor parte del almidón dañado es producido en el estado de reducción del proceso de molienda (Jones, 1940). Se ha demostrado (Greer and Stewart, 1959), que en la molienda de los trigos harineros con una dureza de grano muy acentuada, el daño de almidón aumenta al aumentar el contenido de proteína.

Otro factor de calidad que es directamente dependiente del proceso de molienda es la pureza de la harina, la cual depende de la eficiencia con las cuales el germen y el salvado son separados del endospermo. Sin ir hacia

una revisión detallada; se puede decir que los contaminantes (germen y salvado) afectan la conducta de la masa durante su proceso y generalmente reducen la calidad (color, textura y volumen del pan) (Baker and Gregory, 1942).

4. Proceso de Panificación.- Panificación, es el proceso de convertir harina a pan. La mayoría de los procesos de panificación se componen de varios pasos diferentes, tales como; tiempo de amasado, fermentación, desarrollo de la masa y finalmente el horneado de la masa, donde es transformada en una estructura rígida dando como producto final, el pan. Existen varios métodos de panificación, sin embargo, sólo se discutirán brevemente los dos métodos convencionales y comunmente usados, ya sea tanto en la industria como en instituciones de investigación agrícola.

a) Método de Masa Directa.- En éste método, todos los ingredientes son combinados en la mezcladora y amasados para obtener la máxima consistencia de la masa. Esta masa es fermentada por un período de tiempo que varía desde una hora hasta cuatro horas y es ocasionalmente amasada manualmente durante éste tiempo, con el objeto de eliminar porciones de gas fermentado y atrapado en el sistema. Después del proceso de fermentación la masa es dividida, -

moldeada y colocada en moldes para obtener el óptimo desarrollo de la masa durante una hora. Posteriormente se lleva a cabo el proceso de horneado. Este método es ampliamente usado en panaderías de todo el mundo (Tipples, 1967). - La modificación a éste método conocida mundialmente como "remix", fué desarrollada por Irvine y McMullan (1960) en Canadá, y ha sido extremadamente importante como un procedimiento de panificación para harinas de gluten fuerte, como son la mayoría de los trigos mexicanos. En éste método todos los ingredientes son mezclados y la masa resultante es fermentada por varias horas. Posteriormente se re-amaasa hasta obtener el máximo desarrollo, lo cual proporciona un ahorro en tiempo e inmediatamente es dividida y horneada de acuerdo al procedimiento estandar.

b) Método de Esponja y Masa.- Este método de panificación es comunmente usado en la industria panadera de los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y el Japón - (Tipples, 1975). En éste procedimiento, aproximadamente dos tercios de la harina, conservando la misma proporción de agua y toda la levadura y azúcares, son mezclados para la formación de una masa que es fermentada de tres a cinco horas. Después de éste estado de fermentación, la masa es regresada a la mezcladora adicionando los ingredientes faltantes y mezclando hasta su óptimo desarrollo. Posteriormente se pasa a un gabinete de fermentación por treinta mi

nutos y después es dividida (Tipples, 1967; Kilborn y Tipples, 1968; Stenberg, 1968). La panificación se lleva a cabo como en el método de masa-directa.

D. Aspectos Nutricionales

1. Evaluación de la Calidad de Proteína.- Los cereales en general presentan un bajo contenido de proteína. Entre los de mayor importancia, el trigo es el cereal que tiene mayor porcentaje de proteína, con un promedio aproximado de 13%, seguido por el maíz con 10% y el arroz con 8.5% (Kent, 1966).

Para la evaluación de proteína, el primer paso a seguir es la determinación cuantitativa de la proteína cruda o total por medio de métodos aprobados. El segundo paso es la estimación de los aminoácidos particularmente aquellos limitantes, como lo son la lisina y triptofano, preferentemente por cromatografía de intercambio iónico. El uso del cómputo químico nos proporciona una ayuda en la determinación de los aminoácidos limitantes de una proteína y también del grado de su deficiencia (Hulse, 1974). Se ha comprobado que las proteínas de los cereales se caracterizan por tener bajo contenido de aminoácidos esenciales comparadas con las proteínas de origen animal. En los ce-

reales, la lisina es el primer aminoácido limitante y se ha demostrado que existe una relación inversamente proporcional con el contenido de proteína y la cantidad de lisina - en proteína (Villegas, 1968; Mc Dermott y Pace, 1960).

Fox y De Fontaine (1956) reportaron que los valores de lisina de los triticales se encontraban entre los valores de lisina de sus progenitores, trigo y centeno. Hall (1959), encontró con técnicas de inmuno-electroforesis que el Triticale, aparentemente contiene los complementos proteicos de las especies progenitoras. Yong y Unrau-- (1966) haciendo comparaciones sobre la composición de aminoácidos en fracciones de proteína de centenos, trigos y triticales, presentaron valores intermedios entre sus progenitores y que cuando había un aumento de un aminoácido - en una fracción de proteína de triticale, generalmente era compensado por una disminución de algún aminoácido en otra fracción de proteína. Así, se encontró que la composición del triticale presenta cantidades significativamente altas de arginina, aspargina y lisina y cantidades menores de ácido glutámico. El alto contenido en lisina es relevante para la calidad nutricional del triticale, así como el bajo contenido de ácido glutámico puede ser significativo para las propiedades funcionales en panificación (Chen y Bushuk, 1966).

La eminente sobrepoblación mundial ha llevado al hombre a buscar nuevas fuentes alimenticias para ayudar al problema de escases de los productos nutritivos.

Siendo, actualmente, los cereales el principal aporte proteico de la mayoría de los países pobres, y por lo tanto tema de desarrollo, ha sido posible la incorporación de nuevos cereales con características agronómicas superiores a los ya existentes. No obstante, algunos de ellos todavía presentan múltiples factores adversos aunados a las deficiencias en el balance de aminoácidos esenciales que presentan las proteínas de origen vegetal. Esto hace necesario implantar a cada cereal un Programa de Mejoramiento, el cual abarque todos los aspectos de calidad.

III. MATERIALES

Los triticales, trigo y centeno utilizados en esta tesis, fueron proporcionados por el Departamento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Los triticales (TABLA 1) fueron sembrados y cosechados en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) ubicado en Ciudad Obregón, Sonora, durante el ciclo 1975-1976. La harina de trigo utilizada (Gold Medal), que es una mezcla de harinas estandarizadas es usada como testigo para pruebas reológicas y de panificación en centros de investigaciones agrícolas. El centeno (Prolific Rye) fué proporcionado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

TABLA 1. Nombre e identificación de cuatro líneas de TRITICALE.

NOMBRE	ABREVIACION	CRUZA	GENEALOGIA
Beagle	Bgl	UM-"s"-Tcl Bulk	X1530A-12M-5N-1M-OY
Navoja	Nv	Maya II-Arm"s"	X2802-38N-3M-6N-6M-OY
Rahum	Rm	Maya I-Arm"s"	X2148-1N-1M-OY
Yoco	Yo	Inia-Arm"s"	X1648-2N-OM

IV. METODOS

Los triticales y el centeno fueron molidos para la obtención de harinas en un molino tipo Buhler después de haberlos acondicionado por 48 hs a 14% de humedad. Una vez obtenidas las harinas de los diferentes materiales, se efectuaron los siguientes análisis:

A. Químicos

En la actualidad se cuenta con una serie de pruebas que los químicos cerealeros usan y que reflejan calidad en cereales (o en harinas), en cualquier estado de su procesamiento. Entre las muchas pruebas de predicción de calidad, se cuenta con un grupo de pruebas que miden ciertas propiedades químicas y reológicas de la masa.

1. Pruebas Químicas.

Las pruebas químicas de predicción de calidad molinera y panadera, generalmente se aplican en las primeras generaciones del material genético en desarrollo.

Prueba de Pelshenke

Objetivo.

Esta prueba permite seleccionar, por medio de la calidad o fuerza del gluten, las plantas individuales más-

prometedoras en las primeras generaciones, consiguiendo al mismo tiempo, descartar un gran número de ellas.

Fundamento.

Es la evaluación de la capacidad que una masa tiene para producir anhídrido carbónico, cuando ésta es expuesta a la acción de la levadura; y de la capacidad de la masa para retener el anhídrido carbónico producido durante la fermentación.

El método empleado es el que describe Rodríguez--Bores (1976) y es el siguiente:

Material.

- a) Un aparato de Pelshenke equipado con un termostato.
- b) Un baño maría a 30°C.
- c) Un termómetro de 50°C.

Reactivos.

- a) Levadura seca comprimida "red-star" al 3.2% en agua destilada.

Procedimiento.

- a) Moler tres gramos de muestra en un molino para café o en un molino tipo Wiley que pase por una malla de 1 mm.

b) Suspender 3.2 gramos de levadura seca en --- 100 ml de agua destilada a una temperatura de 30 °C añadir 1.8 ml de la suspensión de levadura a la muestra y con una espátula homogenizar rápidamente hasta la formación de la masa.

c) Transferir esta masa a la palma de las manos, amasarla rápidamente formando una bolita (sin presencia de fisuras).

d) Introducir la bolita en un vaso de 150 ml (que este dentro de un aparato de pelshenke) y que contenga 70 ml de agua destilada.

e) Anotar inmediatamente el tiempo en que la bola masa fué depositada en el vaso.

f) El tiempo entre el momento de la introducción de la bola-masa al vaso y la desintegración de la misma -- (primera porción de masa que cae al fondo del vaso), indicará la calidad del gluten.

Prueba de Sedimentación de Zeleny.

Objetivo.

Esta prueba es de gran utilidad ya que predice la calidad panadera de una harina de trigo, indicándonos la cantidad y calidad del gluten.

Fundamento.

Cuando una suspensión de harina es tratada con ácido láctico, bajo ciertas condiciones, las partículas del gluten se "hinchán" fijándose en el fondo de la suspensión. La calidad y cantidad del gluten presente en la harina esta en relación directa con el grado de floculación.

Material.

El sedimentador de Zeleny, que consta de :

- a) agitador eléctrico, de agitación lenta.
- b) soporte con iluminación para lectura.
- c) probetas de tañón esmerilado de 100 ml, y con una altura de 185 mm de la base a los 100 ml.

Reactivos.

- a) Acido láctico al 85%, refluja por 3 horas, dejar en reposo durante 72 horas, medir 216 ml de éste ácido y aforarlo a 800 ml, con agua destilada.
- b) Mezcla ácido láctico-alcohol isopropílico:
800 ml de ácido láctico refluja.
200 ml de alcohol isopropílico al 20%.
- c) Mezclar bien las dos soluciones y dejar reposar durante 72 horas antes de usarse.
- d) Azul de bromofenol: 4 mg de azul de bromofenol aforado a 1,000 ml de agua destilada.

Procedimiento.

a) Pesar exactamente 3.2 gramos de cada muestra.- Transferir la muestra a una probeta numerada para la identificación de las muestras hasta tener series de 8 muestras.

b) En grupos de dos muestras, se le añaden 50 ml de la solución de bromofenol, empleando buretas automáticas. Al momento de abrir la llave de las buretas se pone en marcha un cronómetro. Una vez adicionados los 50 ml, se tapan las probetas y se agitan varias veces (12 veces) fuertemente y rápidamente y se colocan en el agitador.

c) Exactamente a los 5 minutos se sacan del agitador y se agregan 25 ml de la mezcla ácido láctico- alcoholisopropílico. Se vuelven a agitar 6 veces como al principio y se colocan de nuevo en el agitador.

d) Al cabo de otros 5 minutos, se sacan del agitador y se colocan en posición vertical en el lugar de reposo para su lectura, permaneciendo en esa posición durante 5 minutos.

e) Leer el volumen en ml. del sedimento en la probeta, siendo este el valor de sedimentación no corregido.

Una lectura inferior a 20 ml indica que es una muestra con bajo contenido de proteína y que además es de mala calidad. Lecturas superiores a 50 ml son muestras con elevado contenido de proteína y de buena calidad.

Cálculos.

$$\begin{array}{r}
 \text{Lectura} \text{ ----- } 100 - \%H \\
 \text{Lectura corregida al 14\%} \text{ -- } 100 - 14 \\
 \text{Lectura corregida al 14\% de} \\
 \text{Humedad} \text{ ----- } \frac{(\text{Lectura original})(100-14)}{100 - \%H}
 \end{array}$$

Determinación de Proteínas.

La determinación de nitrógeno proteico se llevó a cabo por el método convencional de Macro-Kjeldahl (AACC, 1969). La proteína fué calculada del porcentaje de nitrógeno en la muestra multiplicado por el factor 5.7 en caso de triticales y trigo y por 6.25 en caso del centeno.

Determinación de Humedad y Cenizas.

La evaluación del porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas fueron obtenidas a través de los métodos aprobados por la asociación Americana de Químicos Cereales (AACC, 1969).

2. Pruebas Reológicas.

Las pruebas reológicas usadas para predecir calidad, pueden complementar efectivamente los resultados de las medidas analíticas de predicción debido a su precisión exactitud y reproducibilidad, puesto que controlan la con-

ducta de la masa proporcionando suficiente información relacionada con el valor del volumen del pan y definiendo - las características del gluten y/o su comportamiento durante la prueba de panificación.

Farinógrafo de Brabender.

Objetivo.

El uso de éste instrumento es muy útil para determinar la absorción de agua por la harina (siendo esto - un parámetro muy importante para la prueba de panificación) así como la evaluación del efecto de la fuerza del gluten y la resistencia que ofrecerá durante el proceso de fermentación en la prueba de panificación.

Fundamento.

El farinógrafo mide la plasticidad y maleabilidad de una masa, registrando en una gráfica la resistencia que ofrece la masa a las espas amasadoras de un mezclador durante una acción de mezclado prolongado y relativamente suave.

Equipo.

El farinógrafo básicamente está compuesto de ocho partes: a) Mezclador; b) Dinamómetro; c) Sistema de palanca; d) Sistema de balanzas; e) Mecanismo registrador; - f) Dashpot; g) Termostato y h) Bureta.

Procedimiento.

a) Para acondicionar el aparato, es necesario - que la corriente de agua que fluye a través de la amasadora, sea continua conservando una temperatura de 30°C durante todo el proceso. Las muestras de harina deberán estar debidamente tamizadas para asegurar así la absorción - uniforme del porcentaje de agua en la harina.

b) Determinación de la Curva de Dosificación. Cada producto derivado del trigo, ya sea harina, sémolas o semolinas, necesita de una cantidad variable de agua para ser transformado en una masa de consistencia determinada. Es necesario primero determinar cual es la cantidad de agua absorbida por el harina para obtener una masa un máximo de desarrollo y con una consistencia de 500 unidades farinográficas o brabender (U.B.).

A éste efecto, 50 gramos de harina se colocan en la amasadora calentada previamente a 30°C . Una vez conectado el aparato, se deja salir de la probeta la cantidad de agua necesaria para la obtención del valor medio de 500 U.B. en el farinograma. Se puede leer sobre la probeta la cantidad de agua utilizada para 50 gramos de harina, en porcentaje o bien en centímetros cúbicos.

c) Determinación de la Curva Normal. Limpiar cuidadosamente la amasadora después de haber sido determinado el grado de absorción del material a evaluar. Posteriormente se vierte en la amasadora 50 g. del material a -

evaluar, se conecta el aparato y se añade la cantidad de agua determinada anteriormente con la curva de dosificación (para conseguir una masa de consistencia óptima de 500 U.B.)

El farinógrafo va a trazar ahora la formación de la masa en su totalidad y su comportamiento ante el esfuerzo mecánico continuo en una curva sobre el papel-diagrama.

Doce minutos después del principio de la caída - de la curva, se para el aparato. El diagrama así obtenido es denominado "Curva Normal".

d) Evaluación de las Curvas. La "curva normal"- examinada en su conjunto, expresa la fuerza general de las proteínas del material ensayado. Los factores individuales representados por el aspecto de la curva que se expresan en una cifra, son los siguientes:

- 1) "a absorción de agua expresada en por ciento, para formar una masa de consistencia adecuada a 500 U.B.
- 2) El tiempo de desarrollo de la masa, expresado en minu--tos; indicando el tiempo de amasado que una harina necesita, desde el principio del amasado hasta el desarrollo óp--timo de la masa obtenida, para alcanzar el máximo espesor--sobre la curva registrada.
- 3) La estabilidad de la masa, expresado en minutos, indi -cando el tiempo durante el cual el desarrollo de la masa a su máxima consistencia, permanece sin cambiar.
- 4) "a resistencia de la masa, expresada en minutos, que re

presenta la suma de los factores contenidos en los incisos (1) y (2).

5) El debilitamiento de la masa, se determina por la diferencia entre la consistencia de la masa al principio del -
ablandamiento y la que queda registrada después de haber -
continuado el amasamiento durante 12 min.

Para la clasificación de trigos por éste método, se utiliza el Valorímetro de Brabender, mediante el cual -
se puede cifrar la fuerza reológica de una masa. A éste -
efecto, el trigo de mala calidad obtendría por éste siste-
ma el valor de 0 (cero) y el de mejor calidad el valor de-
100 (cien).

Alveógrafo de Chopin

Objetivo.

Las características reológicas obtenidas por el-
alveógrafo tienen una gran correlación con el contenido de
proteína de la harina del trigo y del volumen de pan, espe-
cialmente dentro de un tipo o una clase dada. Nos da in-
formación acerca de las propiedades de amasado y el estado
de oxidación o requerimientos de oxidación del gluten.

Fundamento.

Este instrumento mide la fuerza que se requiere-

para estirar la masa (resistencia al estiramiento) y el tiempo requerido de estiramiento para alcanzar el punto de rompimiento (extensibilidad).

Equipo.

El alveógrafo de Chopin consta principalmente de:

a) Un depósito de agua, el cual proporciona la presión para que el globo de masa sea formado.

b) Un bulbo receptor de agua, por el cual el agua del depósito fluye. Este bulbo está calibrado en mililitros para medir la cantidad de agua requerida para que el globo de masa se rompa.

c) La placa de reposo, que retiene la masa cuando el globo de masa empieza a formarse. Esta placa también contiene una tapa removible para formar una masa de espesor conveniente.

d) Un manómetro que registra la presión de aire requerida para romper el globo de masa.

Procedimiento.

a) Preparación de la muestra. La muestra de harina, después de haber sido pesada, debe mezclarse convenientemente y ser pasada por una tela metálica para así obtener una adecuada homogenización de la harina y posterior

mente almacenarla en una caja herméticamente cerrada para la determinación de su contenido de agua.

b) Amasamiento. Colocar 250 gramos de la muestra de harina y medir en una probeta graduada la cantidad de agua salada requerida por la harina de acuerdo a su humedad determinada anteriormente. Se vierte el harina en la amasadora cuyo batidor habrá de unirse con el reductor de velocidad.

Se pone en marcha el motor, se coloca un crónometro, y se vierte en seguida el contenido de agua salada en 15 seg. aproximadamente. Es necesario despegar la harina que se adhiere a los ángulos superiores de la masadora, - con la ayuda de una espátula. Al cabo de seis minutos de amasado (ocho minutos para las pastas de gluten fuertes) se para el motor. A continuación se procede a la extracción como sigue:

c) Extracción y Formación de la masa. Se separan los dos marcos de laminación de la amasadora y se le agrega aceite vegetal (para facilitar la acción de los rodillos). Se coloca el inversor en la posición "extracción" - y se pone en marcha el motor. Cuando la pasta haya salido aproximadamente 10 cm. de la amasadora, se recorta sin parar el motor, apoyando la hoja del cuchillo contra los dos platos de hierro y dando al cuchillo, sin apoyarlo sobre la masa, un rápido movimiento de vaiven.

Así se extraen sucesivamente cinco láminas de masa. las cuatro primeras se disponen de dos en dos sobre dos placas de vidrio, en cuanto a la masa número 5 se le deja reposar sobre la plancha.

A continuación, las pastas se laminan. Se dispone el rodillo C, previamente aceitado, entre las dos masas y se hace arrastrar por la brida D, para así alcanzar un espesor uniforme. Se recorta después en forma circular con un movimiento rápido quitando la masa circundante. La masa así recortada se dispone sobre una plancha de metal y se introduce en la cámara de reposo del alveógrafo, siguiendo el orden en que han sido sacados de la amasadora.

d) Alveógrafo. Aproximadamente 26 minutos después del amasamiento, la prueba del alveógrafo se lleva a cabo.

Se comprueba que la manecilla 23 se encuentre en la posición I. Se quita la platina móvil, lo que se hace dando al anillo 3 dos giros completos. Se quita el pequeño anillo 8 y el tapón 7. Se aplica una cucharada de aceite sobre la platina fija y se le extiende sin dañar su filo cortante. También se unta un poco de aceite la cara interior del tapón 7. Se saca la plancha que lleva la primera lamina de masa extraída y se le inclina encima de la abertura de la platina, haciéndola deslizarse sobre la platina fija. Se centra esta lamina de masa dándole pequeños

golpes en los bordes. Se coloca el tapón 7 encima de la lamina de masa haciéndola girar un poco sobre su base y se fija mediante el anillo. Se gira el anillo 3 lentamente para hacer presión sobre la lamina de masa en aproximadamente 20 segundos (1/2 vuelta en 5 segundos). Se quita el tapón 7, quedando así a la vista la lámina de masa debidamente aplanada. Posteriormente se coloca la manecilla 23 en la posición 2. Se emplaza el mango del grifo horizontalmente en la dirección B. Se aprieta la pera de caucho entre el pulgar y el dedo índice hasta que los dedos se toquen, y en esta posición se vuelve a llevar el grifo en seguida a la posición B para que la lámina de masa no entre en contacto con la platina. Se coloca el frasco graduado 10 sobre el soporte 21.

Una vez controlado lo anterior, se coloca la manecilla 23 en la posición 3 y al mismo tiempo se pone en marcha el bulbo receptor de agua, provocando la inflación de la lámina de masa, formándose un globo característico.

En el momento en que se detecte la ruptura del globo de masa, se coloca la manecilla 23 en posición 4, para que el cilindro registrador se detenga. Inmediatamente se lee sobre el frasco graduado, los mililitros de agua alcanzados y se apunta ésta cifra. Se retira el frasco graduado de su soporte y se coloca en la mesa.

La manecilla 23 se coloca en su posición origi -

nal y al mismo tiempo se vuelve a conducir el cilindro contra su soporte de presión. Se hace girar el anillo 3 dando dos vueltas hacia atrás para volver a llevar la platina móvil a su posición superior y se retira la pasta.

Cálculos.

Todos los datos obtenidos, son sacados del alveógrama, exceptuando el valor registrado por el valorímetro.

Tenacidad (P): Esta se halla dada por la medida de las ordenadas máximas (p,q) sacadas del diagrama (II),- multiplicando su valor por el coeficiente del manómetro - que tiene un valor de $K= 1.1$.

Medida del Trabajo de Deformación (W): El coeficiente W, es el trabajo de deformación de un gramo de masa. Se obtiene multiplicando la superficie del diagrama obtenido por la equivalencia de un centímetro cuadrado en unidades de trabajo (ergs) y dividiendo por el peso constante - de la probeta. La fórmula para determinar el valor W es - la siguiente:

$$W = \frac{K \times C \times S}{L}$$

En ésta fórmula, K es el coeficiente de correctión del manómetro (es igual a 1.1); C es una constante- que se ha calculado teniendo en cuenta el valor en unida -

des de trabajo de un centímetro cuadrado del diagrama y del peso perfectamente constante de la probeta; S es la superficie media del diagrama en centímetros cuadrados, éste es medido con el planímetro; L es la longitud ON del diagrama y está dado en centímetros.

Una curva con una relación balanceada entre la + resistencia a la deformación o tenacidad (P) y extensibilidad, nos indica que se obtendrá un volumen de pan máximo y una textura bien proporcionada.

Mixógrafo

Objetivo.

La prueba del mixógrafo proporciona una evaluación de las propiedades reológicas de la masa de harinas panaderas y semolinas.

Fundamento.

Es un aparato que registra la resistencia que la masa ofrece a las espigas de la amasadora. El mixógrafo es un instrumento hasta cierto punto rudimentario y por lo tanto limitado, ya que posee un control de temperatura muy pobre y el sistema de medición de la resistencia provee la masa durante el mezclado.

Equipo.

El mixógrafo está formado por cinco partes básicas:

- a) Agujas mezcladoras.
- b) Recipiente mezclador.
- c) Base giratoria, en la cual el recipiente es colocado.
- d) Un resorte, para poder ajustar diferentes tensiones sobre la base giratoria.
- e) Quimógrafo, que sirve para registrar el mixo-

grama.

Procedimiento.

a) Acondicionamiento del mixógrafo y preparación de la muestra. En el aparato se debe colocar el resorte a una cierta tensión, que está en función directa de la cantidad de proteína presente en la harina por analizar. La preparación de las muestras consiste en homogenizarlas perfectamente haciendo con una pala, movimientos de rotación continuos y si es necesario tamizar con telas metálicas.

Es conveniente y necesario determinar a cada muestra de harina su humedad para pesar la cantidad de harina necesaria a tratar, colocándola en el recipiente mezclador del aparato. Posteriormente se agrega la cantidad de agua (determinada también por la humedad de la harina) necesaria para la formación de la masa.

b) Mixógrafo. Colocar sobre la base giratoria, el recipiente mezclador, el cual contiene la harina y el agua correspondientes. Poner en marcha el motor y bajar las agujas mezcladoras, hasta que queden en contacto con la harina y el agua; inmediatamente, colocar la aguja registradora en el papel procurando que no se golpee al empezar su movimiento. De ésta manera se va obteniendo una gráfica la cual registra una altura máxima y después una caída de la curva, lo cual indica el momento de parar el

instrumento, teniendo así una curva completa.

Cálculos.

Las lecturas en un mixograma son las siguientes:

a) Tiempo óptimo (P): Es el tiempo necesario para alcanzar la máxima altura en la curva. Este tiempo corresponde al tiempo de desarrollo de la masa en el farinograma.

b) Area bajo la curva (S): Es el área descrita por la línea base y la línea marcada a través del centro de la curva, en un lapso de 7 minutos después de que la masa ha sido desarrollada. La información que se obtiene es el grado de la fuerza de la harina.

c) Altura máxima (A): Es la altura del pico más alto medida desde la línea base hasta el centro de la curva. Esta lectura da algunas indicaciones sobre la fuerza de la harina y también del grado de absorción.

d) Angulo entre las porciones ascendentes y descendentes de la curva al pico (BAC): Su lectura es similar a la tolerancia al mezclado que una harina presenta. La información que se obtiene es la resistencia que ofrece la masa al mezclado.

3. Molienda.

Los cuatro triticales, y el centeno utilizados -

en éste trabajo, fueron molidos para la obtención de harina, en las condiciones anteriormente mencionadas.

4. Panificación.

El desarrollo de éste proceso nos lleva a la realización de una estructura física, la cual nos va a proporcionar la veracidad de todos los datos obtenidos por la serie de métodos anteriormente descritos; también reflejará algunas de las reacciones (químicas, bioquímicas y físicas) que se verifican durante el proceso de fermentación y horneado.

El método que se utilizó en éste trabajo fué el método de Masa-Directa.

Fundamento.

Este procedimiento es un ensayo a pequeña escala, que requiere de 100 g. de harina para ser llevado a cabo. - Todos los ingredientes : harina, levadura, sal y agua, son mezclados para formar una masa con una consistencia óptima, la maduración y acondicionamiento de la masa se lleva a cabo por la difusión y acumulación de CO_2 en un tiempo determinado, posteriormente el moldeado que puede ser manual o mecánico y finalmente el horneado.

Material.

- a) Harina de triticale y trigo.
- b) Levadura al 2%
- c) Mezcla de sal (1.5g) y azúcar (5g)
- d) Grasa
- e) Sólidos de leche no grasos
- f) Harina de soya (en el caso de que fué suplementada)

Equipo.

- a) Una balanza granataria
- b) Recipientes de mezcla
- c) Una mezcladora automática conectada a un cronómetro
- d) Cámara de fermentación con una temperatura de 30 °C y una humedad de 75%.
- e) Moldeadora mecánica
- f) Moldes para pan de caja
- g) Horno con una temperatura de 550 °F.

Procedimiento.

a) Formación de la Masa. Se pesan exactamente - 100 g de la harina, se agregan 3g de manteca vegetal, 10 ml de levadura al 2%, 10 ml de la solución de sal-azúcar y la cantidad de agua óptima para cada muestra de harina. Se adapta el recipiente de mezcla a las aspas de la mezcladora y se comienza a amasar. Durante el mezclado es necesario - ver la consistencia de la masa para así determinar el tiempo óptimo de amasado.

b) Fermentación. — A continuación la masa es colocada en un molde dentro de la cámara de fermentación a una temperatura de 30 °C y con una humedad del 75%, donde permanecerá por 180 minutos exactamente. El primer fresado se hará a los 105 minutos, el segundo a los 50 minutos posteriores, dándole a la masa un movimiento de doblamiento (10 a 15 veces) ésto es con el fin de dejar escapar el gas atrapado en el sistema y redistribuir los azúcares fermentecibles.

c) Moldeado. El moldeado se lleva a cabo en un moldeador mecánico que consta de dos rodillos giratorios y una prensadora con la que se da a la masa la presión adecuada para obtener una lámina de cierto espesor, posteriormente con los mismos rodillos se enrolla la masa, se le da el tamaño adecuado y se coloca en los moldes para horneado dejándola reposar 55 minutos en la cámara de fermentación.

d) Horneado. El horneado de la masa se lleva a cabo a 550 °F por 25 minutos. Después de este tiempo el pan se saca del horno y se pesa. El volumen del pan es sacado en un volúmetro especial para pan.

e) Calificación del pan. La calificación panadera está regida bajo las siguientes características: Forma general, color general, textura, forma de la miga, color de la corteza y el volumen del pan.

B. Nutricionales

1.- Pruebas Químicas.

Determinación de Lisina.

Método de Tsai, modificado por Villegas.

Objetivo.

Siendo la lisina el primer aminoácido limitante - en los cereales, es necesario en un programa de mejoramiento incluir su determinación para una mejor estimación del - valor nutritivo de cualquier cereal.

Fundamento.

- 1.- Hidrólisis enzimática de la muestra con papaína,
- 2.- Bloqueo de todos los grupos alfa-aminos con una solución de fosfato de cobre en medio alcalino.
- 3.- Adicionar 2-cloro-3,5-dinitropiridina el cual forma un compuesto colorido al combinarse con los grupos epsilon aminos. Este compuesto es añadido en exceso.
- 4.- Añadir un medio ácido para detener la reacción
- 5.- Solubilizar el exceso de 2-cloro-3,5-dinitropiridina con acetato de etilo. Extraer con varios lavados y leer en el fotocolorímetro.

Material.

- a) Una balanza analítica
- b) Una centrífuga
- c) Una estufa
- d) Un fotocolorímetro
- e) material de vidrio (matraces aforados, pipetas probetas, tubos de ensaye, etc.)

Reactivos.

- a) Solución de papaína (4 mg de papaína por ml - de solución reguladora de fosfato 0.03 M con pH 7.4).
- b) Solución reguladora de carbonatos 0.05 M, con pH 9.0.
- c) Solución reguladora de boratos 0.05 M, con pH 9.0
- d) Suspensión de fosfato de cobre: Solución A) - pesar 2.8 g de $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y disolverlos en 100 ml de agua - destilada. Solución B): pesar 13.6 g de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ y disolverlos en 200 ml de agua destilada. Mezclar A y B agitando, centrifugar a 2000 r.p.m. durante 5 minutos y descartar el sobrenadante. El precipitado se resuspende a 3 veces con 15 ml de solución reguladora de boratos, centrifugando cada suspensión. Después de la tercera lavada, el precipitado se resuspende en 80 ml de solución reguladora de boratos. Este reactivo puede ser usado solamente una semana.
- e) Solución de HCl, 1/2 N
- f) Mezcla de aminoácidos.

Cistina	20 mg	Fenilalanina	40 mg
Metionina	20 mg	Valina	40 mg
Histidina	30 mg	Arginina	50 mg
Alanina	30 mg	Serina	50 mg
Isoleucina	30 mg	Acido glutámico	300 mg
Treonina	30 mg	Acido aspártico	60 mg
Tirosina	30 mg	Leucina	80 mg
Glicina	40 mg	Prolina	20 mg

Pesar 100 mg de la mezcla de aminoácidos y disolverlos en 10 ml de solución reguladora de carbonatos.

Procedimiento.

- a) Pesar 100 mg de muestra desengrasada y pulverizada en un tubo de ensaye y adicionar 5 ml de solución de - papaina.
- b) Incubar a 65 °C durante 16 hrs. Agitar y enfriar a temperatura ambiente, cuando las muestras esten frías el sobrenadante debe ser claro, o centrifugar si esta turbio.
- c) Pipetear una alícuota de 1 ml en un tubo de centrifuga y añadir 0.5 ml de solución reguladora de carbonatos y 0.5 ml de suspensión de fosfato de cobre.
- d) Agitar durante 5 min y centrifugar a 2 000 r.p.m.
- f) Pipetear una alícuota de 1 ml del sobrenadante en un tubo de ensaye y añadir 0.1 ml de solución 2-cloro-3,5 dinitropiridina. Agitar vigorosamente. Dejar los tubos durante 2 hrs. a temperatura ambiente agitando cada 30 min.
- g) Añadir 5 ml de HCl-1.2N a cada tubo y agitar.
- h) Añadir 5 ml de acetato de etilo. Tapar los tu-

bos, mezclar invirtiendo los tubos 20 veces, extraer la fase superior con una jeringa quetenge adaptado un tubo de politi leno. Este paso debe repetirse 3 veces.

i) Transferir la fase acuosa a celdas de colorímetro y hacer la lectura a 390 mμ contra blanco de reactivos.

Curva estándar de lisina

a) Pesar 62.5 mg de lisina y adicionar 20 ml de solución reguladora de carbonatos (3 125 ug/ml).

b) Preparar la curva con las siguientes concentraciones de lisina: 0,250, 500, 750 y 1000 ug/ml).

c) Tomar 1 ml de cada una de las soluciones y añadir 4 ml de solución de papaina (5 mg de papaina/ml de solución reguladora de fosfato).

d) Pipetear 1 ml de cada solución en un tubo de centrifuga, añadir 0.5 ml de mezcla de aminoácidos y 0,5 de suspensión de fosfato de cobre. Continuar el procedimiento a partir del inciso (d).

Cálculos.

$$\% \text{ Lisina} = \frac{(\text{D.O.} \times F_2) - F_3}{\text{Peso Muestra}} \times 500$$

Donde:

D.O. = Densidad óptica de la muestra

F₂ = Pendiente de la curva estándar

F₃ = Ordenada al origen de la curva estándar

Determinación de Triptofano.

Método de Opienska-Blauth, modificado por Hernández y Bates, 1969.

Objetivo.

Debido a la importancia que el triptofano representa como nutriente esencial en la dieta humana ha sido necesario evaluar su contenido.

Fundamento.

Esta reacción está basada primeramente en la hidrólisis enzimática de la muestra con la enzima papaína. El mecanismo de reacción todavía no está bien definido, pero puede suponerse que el ácido acético en presencia del Fe es oxidado a ácido glioxílico, el cual produce un compuesto colorido con el triptofano.

Material.

- a) Una balanza analítica
- b) Un fotocolorímetro
- c) Una estufa
- d) Una centrífuga

d) Material de vidrio (pipetas graduadas y volumétricas, tubos de ensaye, matraces aforados).

Reactivos.

a) Reactivos A.- Disolver 270 mg de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - en 0.5 ml. de agua destilada y aforar a un litro con ácido acético glacial.

b) Reactivo B.- Solución de H_2SO_4 - 30 N.

c) Reactivo C.- Mezalar los reactivos A y B (1:1 v/v).

d) Solución de papaína.- Disolver la enzima (4mg por ml.) en solución reguladora de acetato de sodio, 0.1 N- y pH = 7.0

Procedimiento.

a) Pesar entre 90 y 100 mg. de muestra previamente desangrasada y pulverizada en un tubo y añadir 4 ml. de solución de papaína. Tapar los tubos y agitar vigorosamente procurando que la muestra quede totalmente mojada dentro de la solución. Un tubo de ensaye con únicamente solución de papaína es el blanco que se lleva durante todo el procedimiento.

b) Las muestras son incubadas a 65°C durante - 16 hs.

c) Después del tiempo transcurrido, los hidrolizados se sacan de la estufa y se agitan, dejándolos enfriar y reposar a temperatura ambiente.

d) Se pipetea 1 ml. del hidrolizado a un tubo de ensayo que contiene 4 ml. del reactivo C. Agitar vigorosamente e incubar a 65 °C durante 15 minutos para que se desarrolle el color violeta.

e) Dejar enfriar las soluciones coloridas y transferirlas luego a tubos de colorímetro calibrados. Las lecturas se hacen en el fotocolorímetro a una longitud de onda de 545 m μ .

f) Preparar una curva estándar con un rango de concentración de 0-40 ug/ml de DL-Triptofano.

g) El contenido de triptofano de la muestra se calcula a partir de la curva estándar y se reporta en base a la proteína.

Cálculos.

$$\% \text{ de Triptofano} = \frac{(\text{D.O.} \times F_2) - F_3}{\text{Peso de la muestra}} \times 300$$

Donde:

F_2 = Pendiente de la curva estándar.

F_3 = Ordenada al origen.

D.O. = Densidad óptica de la muestra.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de éste estudio serán presentados en cuatro secciones. La sección A tratará sobre los efectos de las pruebas químicas predictoras de calidad en diferentes clases de cereales con diferente contenido de proteína.

La sección B tratará sobre las propiedades reológicas de los diferentes cereales y que se derivan directamente de las características de la harina.

La sección C tratará sobre el comportamiento de los diferentes cereales durante la prueba de panificación. En adición, se estudió el efecto de mezclas de trigo y soya con los triticales en la prueba de panificación.

Finalmente, la sección D tratará sobre la calidad nutritiva de los triticales, así como el efecto de las mezclas en relación a su potencial alimenticio.

A. Pruebas Predictoras de Calidad

En ésta sección se discutirán los resultados de las pruebas que son comunmente usadas en el programa de mejoramiento de calidad. El material usado cubre un amplio rango de calidad, y por lo tanto ofrece la oportunidad de probar en los triticales la aplicación de las pruebas (e.g. la prueba de Pelshenke) que son usadas como índices de ca-

61060



400282

lidad. Los datos que se presentan y que forman las bases para la discusión están tabuladas en la TABLA 2.

1. Contenido de Proteína.

El contenido de proteína de los diferentes cultivos, presentó valores variables, con un rango de 11.9% a 15.9% (TABLA 2). Sin embargo, los valores de proteína para los triticales presentan escasa variabilidad y aunque en el caso del triticale Rahum, el valor de proteína fué de 14.3%, estos valores se encuentran entre los valores de trigo y centeno. Block y Weiss (1956) reportaron que los valores de proteína para el centeno eran más altos que para los trigos y triticales, sin embargo, en éste estudio estos valores difieren de los reportados anteriormente.

2. Valores de Pelshenke y Sedimentación.

La TABLA 2 muestra que los valores de Pelshenke y Sedimentación para los triticales son valores más bajos a los encontrados en trigo y centeno. Se puede observar que estas pruebas están directamente influenciadas por la calidad y cantidad de proteína. En caso de los triticales los valores de Pelshenke y Sedimentación aumentan conforme aumenta el contenido de proteína, lo cual está de acuerdo-

TABLA 2. Datos analíticos de predicción de
calidad de diferentes cultivares.

	Proteína (%)	Pelshenke (min)	Sedimentación (cc)	Cenizas (%)	Humedad (%)
Trigo (G.M.)	15.9	180	48	0.47	12.0
Beagle	12.5	45	37	0.42	12.6
Yoco	12.3	44	29	0.45	11.1
Navojoa	11.9	39	23	0.48	11.2
Rahum	14.3	48	37	0.46	10.0
Prolific Rye	11.3	80	40	0.49	12.0

con lo reportado por Rodríguez-Bores (1976); Greenaway - (1966). Se ha demostrado que ambas pruebas predictoras de calidad están altamente correlacionadas con el valor - del volumen del pan, que se discutirá más adelante y por lo tanto, se puede inferir por los valores aquí encontrados que ambas pruebas son útiles como índices de calidad.

3. Cenizas y Humedades.

Se observa (TABLA 2) que los valores de cenizas y humedades para trigo, triticales y centeno, presentan - escasa variabilidad y que están entre los límites adecuados y aprobados por la Asociación Americana de Químicos - Cerealeros (AACC, 1969). Estos resultados indican que no hay diferencias molineras entre los diferentes cultivares aquí estudiados.

B. Pruebas Reológicas

Las pruebas reológicas de predicción de calidad complementan efectivamente los resultados de las medidas - analíticas debido a su exactitud, precisión y reproducibi

lidad, proporcionando suficiente información relacionada con el valor del volumen del pan.

1. Farinógrafo.

El farinógrafo indica básicamente dos importantes propiedades físicas: la cantidad de agua requerida para tener una masa de consistencia adecuada y el tiempo de amasado. Las curvas farinográficas de los diferentes cultivares usados en éste estudio se muestran en las figuras-1,2,3,4,5 y 6.

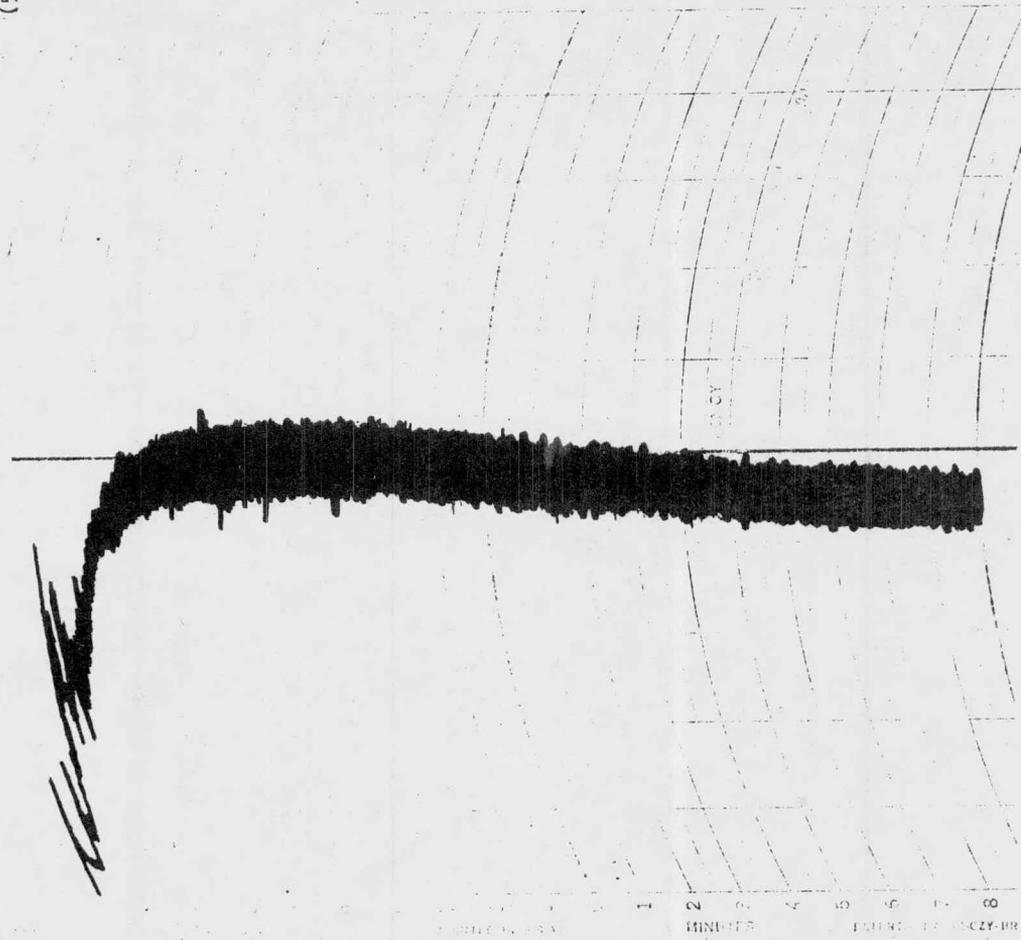
La TABLA 3 muestra la información obtenida a partir de los farinogramas de los diferentes cultivares. No hubo ninguna variación significativa en el porcentaje de absorción para el trigo, los triticales y el centeno. Este porcentaje de absorción es una indicación de la cantidad de agua necesaria para la prueba de panificación.

Pór otro lado, el tiempo de amasado difiere marcadamente entre el trigo y los demás cultivares usados en el presente estudio. La variabilidad del tiempo de amasado entre los triticales es casi nula, no obstante, el triticale Rahum presentó un valor de tiempo de amasado semejante al centeno (Prolific rye) pero diferente al resto de

TABLA 3. Características farinográficas de diferentes cultivares.

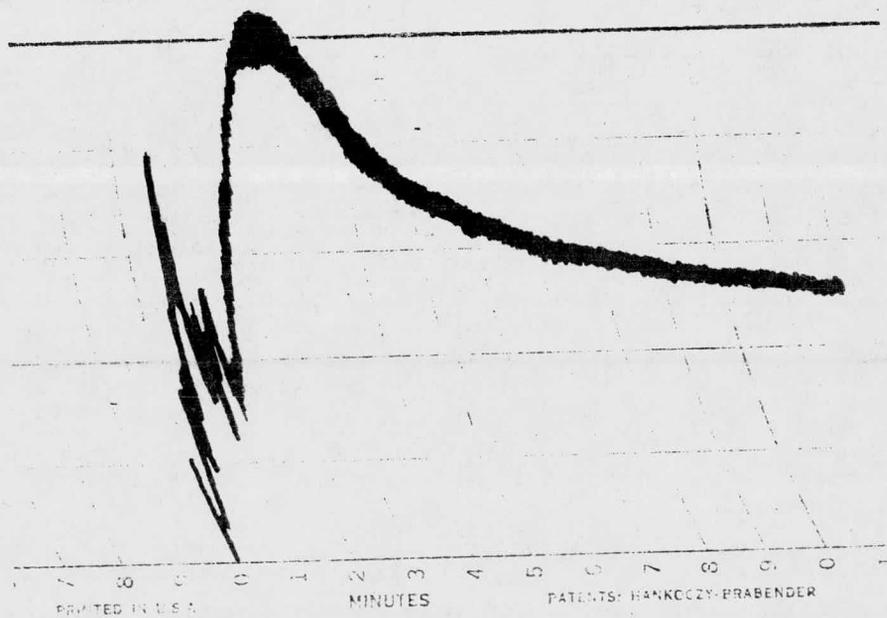
	Tiempo de Arribo (min)	Máxima Altura (min)	Amasado (min)	Absorción %
Trigo (G.M.)	2.7	6.5	13.0	63.0
Beagle	2.3	2.5	3.2	66.5
Yoco	1.9	2.4	2.8	65.9
Navojoa	2.1	2.5	3.0	64.0
Rahum	3.2	4.5	5.0	67.5
Prolific Rye	1.0	1.5	5.5	64.5

FIGURA 1.



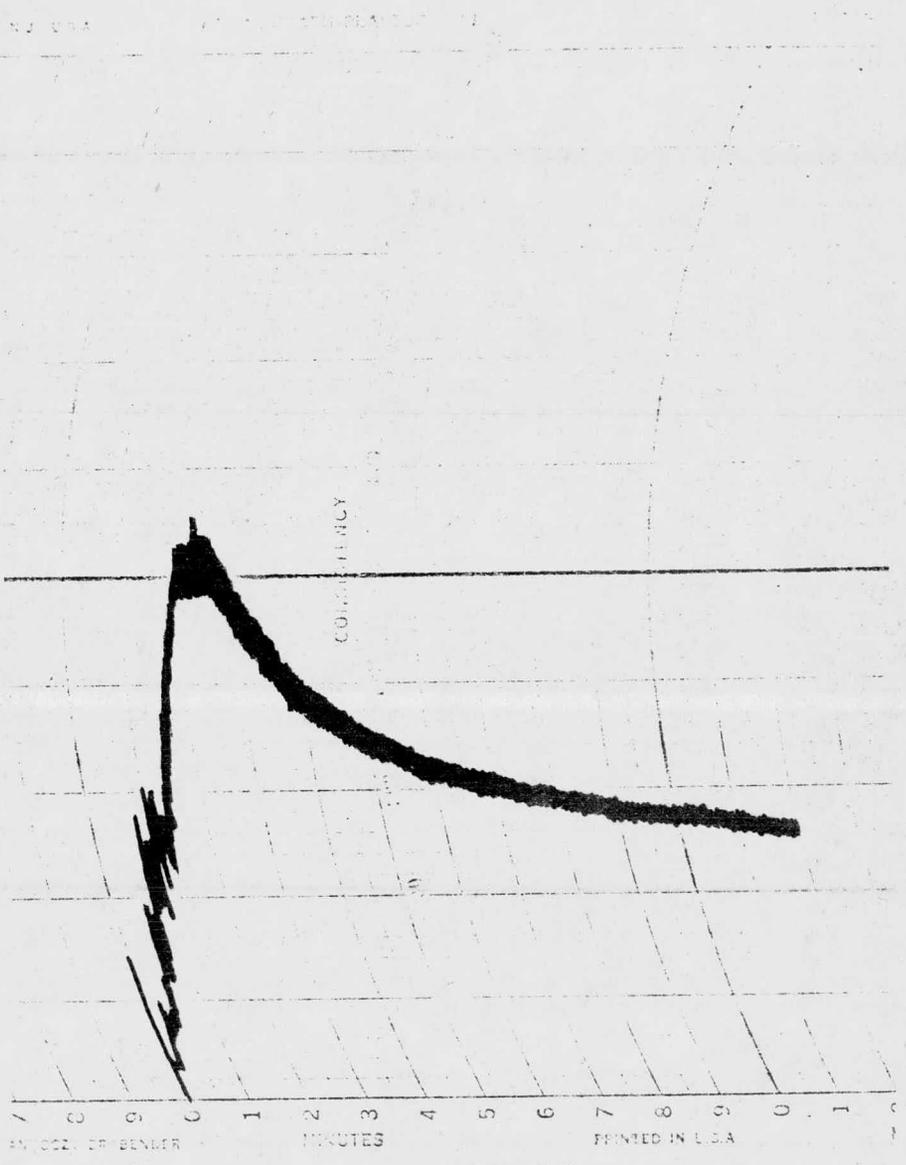
TRIGO (G.M.)
 TESTIGO
 63.0 % abs. 31.50ccH₂
 50 RPM

ABSORCIÓN
 MINUTOS
 ABSORPTION
 MINUTES



BEAGLE (Tc1)
66.5 % abs. 33.25 cc H₂O
50 RPM

FIGURA 3.

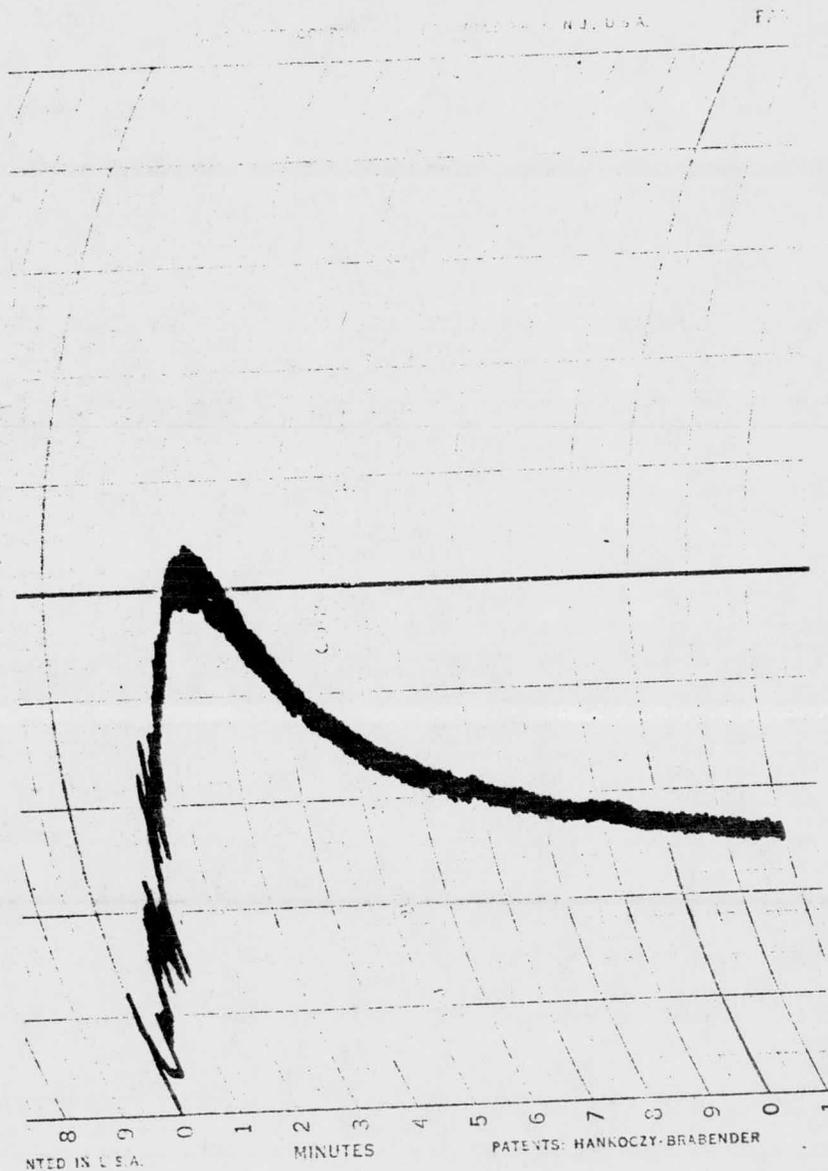


YOCO (Tlc)

65.9 % abs. 32.95 cc H₂O
50 RPM

FIGURA 4.

(60)



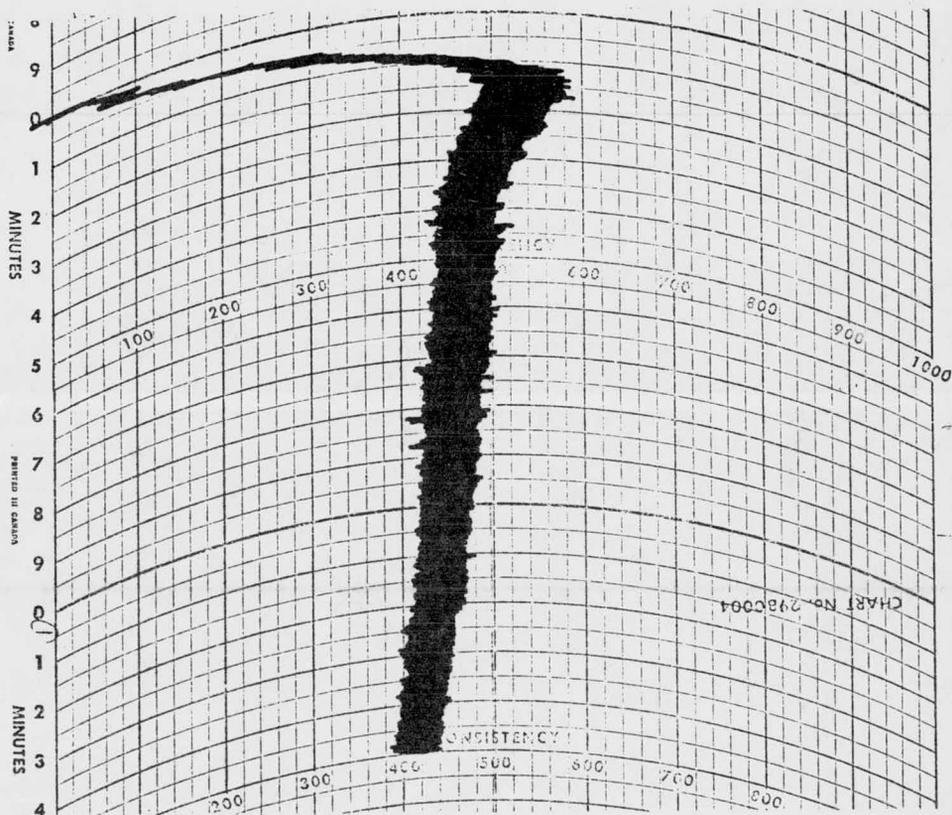
NAVJOA (Tcl)
64.0 % abs. 32.0 cc H₂O
50 RPM

FIGURA 5.



RAHUM (TcI)
67.5 % abs. 33.75 cc H₂O
50 RPM

FIGURA 6.



PROLIFIC RYE (Centeno)

64.5 % abs.

32.25 cc H₂O

50 RPM

los triticales. Se observa, en general, que los valores de amasado de los triticales están por debajo de los valores de amasado tanto del trigo como del centeno.

Respecto a los otros parámetros evaluados por el farinógrafo, el tiempo de arribo y máxima altura, se puede clasificar a los cultivares de la siguiente forma:

- | | |
|----------------------|---|
| Trigo (Figura 1) | Curva con pico mediano y gran estabilidad. |
| Beagle (Figura 2) | Curva con pico corto y poca estabilidad. |
| Yoco (Figura 3) | Curva con pico corto y poca estabilidad. |
| Navojoa (Figura 4) | Curva con pico corto y poca estabilidad. |
| Rahum (Figura 5) | Curva con pico mediano y poca estabilidad. |
| Prolific rye (Fig.6) | Curva con pico mediano y mediana estabilidad. |

Es interesante hacer notar (TABLA 3) que de los cuatro triticales estudiados, Rahum presentó características farinográficas superiores al resto de los triticales, sin embargo, en ninguno de los triticales analizados se encontraron características farinográficas que se pudieran -

considerar de alta calidad industrial.

2. Alveógrafo.

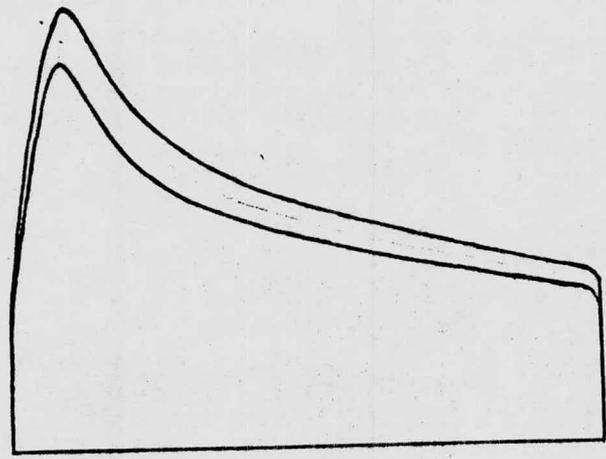
El alveógrafo es otro instrumento reológico usado extensivamente en programas de mejoramiento de cereales de países tales como México, India, Pakistán, por citar algunos.

Así como en los demás instrumentos que describen las características reológicas, el alveógrafo depende exclusivamente de la cantidad y calidad de la proteína.

La figura 7 muestra el alveograma ideal y fué obtenido del trigo Gold Medal, presentando una tenacidad y extensibilidad óptimas.

Por los cálculos del valor de fuerza (W), expansión (E) y tenacidad (T), se concluye que este trigo presenta un gluten con características de fuerte, tenaz y balanceado, y por lo tanto es apto para panificación. Esto indica que se debe seleccionar material segregante con una tenacidad y extensibilidad adecuada para el proceso de panificación. Cabe mencionar, sin embargo, que también se debe seleccionar material genético con características diferentes para aplicación galletera. Es interesante hacer notar que el contenido de proteína de éste trigo es de 15.9% y por lo tanto la forma alveográfica está en rela -

FIGURA 7.
ALVEOGRAMA DEL TRIGO (G.M.)



E_1 24.0
 E_2 24.0

$\frac{W}{T/E} = 98.33$

Grupo: _____ Lab. No. TESTIGO
 Cruza o Variedad: GOLD MEDAL
 Pedigree: _____
 Origen: _____

ANALISIS DEL GRANO

Humedad _____ % Peso Hectolitrico _____ T/HI
 Dureza _____ % Pelshente _____ Min.
 Rendimiento _____ % Aptitud molinera _____

ANALISIS DE LA HARINA

Proteina 15.9 % Cenizas 0.47 % Humedad 12.0 %
 Agua por añadir 135.0 cc. Minutos Amasado 6
 Tenacidad T= 93 x 11= 102.3 Extensibilidad L= 133.5
 Expansión E= 24 C= 691.0 Superficie S= 72.7 cm²
 Fuerza Gral. W= 413 Indice elasticidad T/E= 4.2 cc.

PANIFICACION.

O= _____
 M= _____
 Vol. Pan= _____ cc.
 Volumen Pan= 1030 cc. Color= 100 Cr Textura= M=100 E
 Amasado 3.8 Min. Absorción de agua 56 % Sedim 48 cc.
 Aptitud panadera EXCELENTE

OBSERVACIONES: _____
 GLUTEN: Fuerte Tenáz Balanceado (FTB)

FIGURA 8.
AVEOFRAMA DEL TRITICALE BEAGLE



ϵ_1 12.0

ϵ_2 12.0

$$\frac{W}{T/E} = 11.85$$

Grupo: _____ Lab. No. 1
 Cruza o Variedad: BEAGLE (T c 1)
 Pedigree: _____
 Origen: Cd. Obregón, Son.

ANALISIS DEL GRANO.

Humedad 10.7 % Peso Hectoltrico 74.5 K/HI
 Dureza 38.5 % Pelsbenke 45 Min.
 Rendimiento 62.2 % Aptitud molinera Regular

ANALISIS DE LA HARINA.

Proteína 12.5 % Cerezas 0.42 % Humedad 12.6 %
 Agua por añadir 132.7 cc. Minutos Amasado 6
 Tenacidad T = 79 r ll = 86.9 Extensibilidad L = 33.5
 Expansión E = 12.25 C = 178.6 Superficie S = 14.3 cm²
 Fuerza Gral. W = 0.83 Índice elasticidad T/E = 7.0 cc.

PANIFICACION.

O = Vol. Pan = _____ cc. O = _____
 M = Volumen Pan = 565 cc. Color = 85 Gris Cr Textura = M = 59 MP
 Amasado 1.35 Min. Absorción de agua 56 % Sedim 37 cc.
 Aptitud panadera Muy Pobre

OBSERVACIONES: Harina ligera, Color Gris, Masa Pegagosa.

GLUTEN: Débil Tenaz (D T)

FIGURA 9.
ALVEOGRAMA DEL TRITICALE YOCO



E₁ 11.0

E₂ 11.5

$$\frac{W}{T/E} = 11.03$$

Grupo: _____ Lab. No. 2

Cruza o Variedad: YOCO (Tc1)

Pedigree: _____

Origen: Cd. Obregón, Son.

ANALISIS DEL GRANO.

Humedad 10.8 % Peso Hectoltrico 77.1 K/H

Dureza 45.5 % Pelsenko 44 Min.

Rendimiento 66.4 % Aptitud molinera Regular

ANALISIS DE LA HARINA.

Proteína 12.3 % Cerezas 0.45 % Humedad 11.1 %

Água por añadir 138.9 cc. Minutos Amasado 6

Tenacidad T = 60.0 r ll = 66 Extensibilidad L = 25.5

Expansión E = 11.25 C = 150.6 Superficie S = 10.0 cm²

Fuerza Gal. W = 064 Índice elasticidad T/E = 5.8 cc.

PANIFICACION.

O = Vol. Pan = _____ cc. O = _____

M = Volumen Pan = 485 cc. Color = 75 Gris Cr Textura = M= 50 MP

Amasado 1.73 Min. Absorción de agua 49 % Sedim 29 cc.

Aptitud panadera Muy Pobre

OBSERVACIONES: Harina blanca, Masa Pegajosa, Difícil de Amasar

GLUTEN: Débil Tenaz (DT)

FIGURA 10.
ALVEOGRAMA DEL TRITICALE NAVOJOA



$$\frac{W}{T/E} = 10.88$$

Grupo: _____ Lab. No. 3

Cruza o Variedad: NAVOJOA (Tcl)

Pedigree: _____

Origen: _____

ANALISIS DEL GRANO.

Humedad 10.8 % Peso Hectolitrico 78.2 K/Hl

Dureza 43.0 % Pelsbente 39 Min.

Rendimiento 65.8 % Aptitud molinera Regular

ANALISIS DE LA HARINA.

Proteina 11.9 % Ceczizas 0.48 % Humedad 11.2 %

Agua por añadir 138.5 cc. Minutos Amasado 6

Tenacidad T = 47.5 x LI = 52.25 Extensibilidad L = 26

Expansión E = 11.5 C = 159.0 Superficie S = 7.3 cm²

Fuerza Gral. W = 0.49 Índice elasticidad T/E = 4.5 cc.

PANIFICACION.

O = Vol. Pan = _____ cc. O = _____

M = Volumen Pan = 565 cc. Color = 80 Gris Cr Textura = M=50 MP

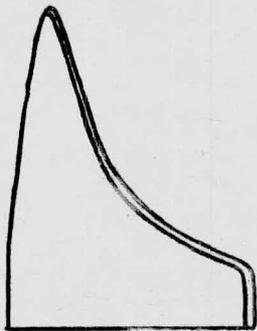
Amasado 1.46 Min. Absorción de agua 55 % Sedim 23 cc.

Aptitud panadera Muy Pobre

OBSERVACIONES: Harina blanca, ligera, Masa Pegagosa

GLUTEN: Débil Tenaz (DT)

FIGURA 11.
ALVEOGRAMA DEL TRITICALL RAHUM



F_1 15.75
 F_2 16.0

$\frac{W}{T/E} = 23.67$

Grupo: _____ Lab. No. 4
 Cruza o Variedad: RAHUM (T c l)
 Pedigree: _____
 Origen: Cd. Obregón, Son.

ANALISIS DEL GRANO.

Humedad 10.47 % Peso Hectolitrico 76.5 L/Hl
 Dureza 48.5 % Pelsbente 48 Min.
 Rendimiento 60.7 % Aptitud molinera Pobre

ANALISIS DE LA HARINA.

Proteina 14.3 % Cerezas 0.46 % Humedad 10.0 %
 Agua por añadir 143.5 cc. Minutos Amasado 6
 Tenacidad T = 71.5 r ll = 72.65 Extensibilidad L = 54.6
 Expansión E = 13.9 C = 394.4 Superficie S = 19.2 cm²
 Fuerza Gral. W = 116 Índice elasticidad T/E = 4.9 cc.

PANIFICACION.

O = Vol. Pan = _____ cc. O = _____
 M = Volumen Pan = 725 cc. Color = 65 Gris Cr Textura = M=60 P
 Amasado 2.17 Min. Absorción de agua 57 % Sedim 38 cc.
 Aptitud panadera _____ Regular _____

OBSERVACIONES: Harina blanca Gr. Masa Pegagosa. Muy Difícil
GLUTEN: Débil Tenaz Balanceado (D T B)

ción directa con la cantidad y calidad de proteína.

Las figuras 8,9,10 y 11 presentan formas alveográficas para los triticales Beagle, Yoco, Navojoa y Rahum respectivamente. Los tres primeros triticales presentan características de gluten débil-tenaz (DT) por lo tanto no son aptos para panificación. Por otro lado, su contenido de proteína en general es bajo y semejante entre sí. Sin embargo el triticale Rahum presenta una forma alveográfica diferente con características de gluten de débil-tenaz-balanceado (DTB) que va de acuerdo con su alto contenido de proteína pero que presenta mala calidad.

3. Mixógrafo.

El mixógrafo es un aparato más limitado que el farinógrafo debido a que el control de temperatura y la evaluación de la resistencia que ofrece la masa durante el amasado son deficientes. Sin embargo, se considera al mixógrafo como una herramienta útil en programas de mejoramiento de calidad para la caracterización de ciertas propiedades reológicas del material segregante.

Los datos obtenidos del mixógrafo, tanto del trigo (Gold Medal), como de los triticales son mostrados en la TABLA 4. No fué posible obtener información mixográfica del centeno debido a la escases de muestra. Como se -

puede observar, no existe ninguna variación en el porcentaje de absorción y el tiempo de amasado para los triticales Beagle, Yoco y Navojoa. Por otro lado, el triticales Rahum presenta un valor de amasado de 17 min. que es más alto - que el resto de los triticales pero similar al del trigo - que también fué de 17 min. Esta misma relación se encontró en los valores de porcentaje de absorción solo que el - porcentaje de absorción del triticales Rahum (69.60 %) fué - en ésta ocasión más alto que el valor obtenido para el trigo (66,37 %). Con respecto a los valores de máxima altura y tolerancia al mezclado, el triticales Rahum presentó características mixográficas superiores con relación al resto de los triticales estudiados en ésta tesis. Los mixogramas de cada uno de los cultivares estudiados se presentan en las figuras 12,13,14,15 y 16 respectivamente.

En general, los resultados obtenidos del mixógrafo para los triticales no muestran ninguna relación con - respecto a las características reológicas e industriales - como lo presenta el trigo (Gold Medal). Por lo tanto, observando y comparando los mixogramas de los triticales con el trigo, se puede inferir que los triticales presentan características reológicas inadecuadas para el proceso de panificación.

TABLA 4. Características mixográficas de diferentes cultivares.

	Máxima Altura (min)	Tolerancia (min)	Amasado (min)	Absorción %
Trigo (G.M.)	4.4	2.7	17	66.37
Beagle	1.4	0.5	7	62.67
Yoco	1.4	0.5	7	63.40
Navojoa	1.2	0.7	7	63.30
Rahum	3.5	1.0	17	69.60

FIGURAS 12, 13, 14, 15 y 16. Mixogramas de los diferentes cultivares.

FIGURA 12
TRIGO (G.M.)

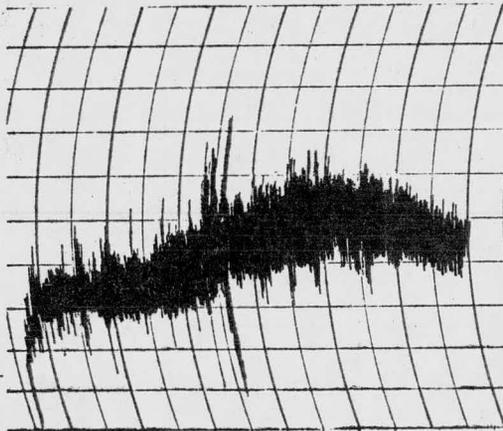


FIGURA 13
BEAGLE

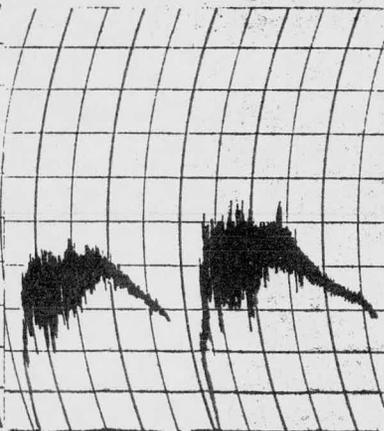


FIGURA 14
YOCO

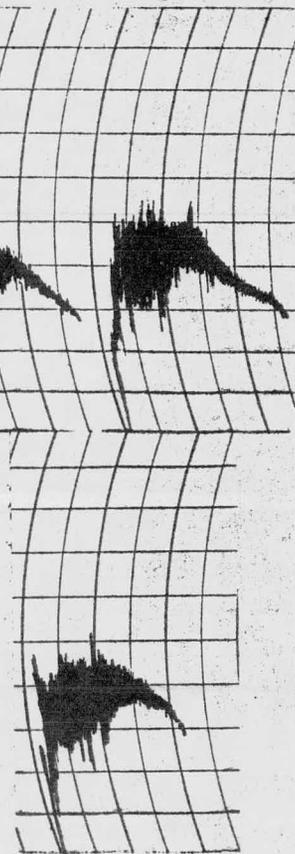


FIGURA 16
RAHUM

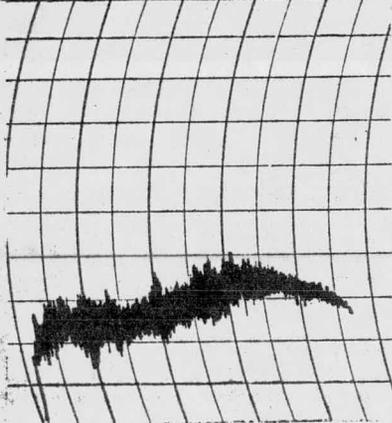
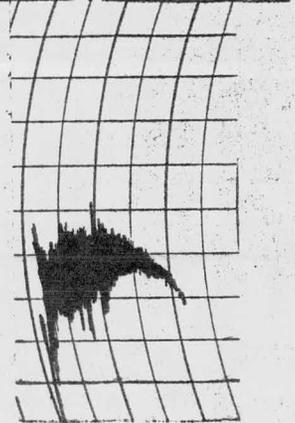


FIGURA 15
NAVOJOA



C. Panificación

Panificación es la única prueba que evalúa todos los parámetros que forman la calidad de un trigo. El volumen del pan se considera como el principal índice de calidad y éste depende, principalmente, de la proteína que contiene el trigo.

1. Calidad en Triticales.

Los datos analíticos y las características panaderas de los diferentes cultivares se muestran en la TABLA 5. Como podrá observarse, los progenitores de los triticales muestran tremenda varibilidad respecto a calidad. Mientras que el trigo presenta óptimos valores analíticos y excelente aptitud panadera, el centeno presenta valores muy por debajo de lo normal con pobre aptitud panadera. Por otro lado, los triticales presentan en general características pobres de calidad y pobres aptitudes panaderas. Sin embargo, cabe mencionar que el triticale Rahum con alto contenido de proteína, su aptitud panadera, representada por varias características y especialmente por el volumen de pan que fué de 725 cc., fué superior al resto de los triticales,

Los resultados presentados aquí, indican que la-

TABLA 5. Datos analíticos y características
panaderas de diferentes cultivares.

Cultivo	Proteína (%)	Amasado (min)	Absorción (%)	Vol. Pan (cc)	Color de grano y aptitud		
					miga	Textura panadera	
Trigo	15.9	3.8	56	1030	100Cr	100E	Excelente
Beagle	12.5	1.35	56	565	85 GrisCr	59MP	Muy pobre
Yoco	12.3	1.73	49	485	75 GrisCr	50MP	Muy pobre
Navojoa	11.9	1.46	55	565	80 GrisCr	50MP	Muy pobre
Rahum	14.3	2.17	57	725	65 GrisCr	60P	Regular
Centeno	11.3	1.50	55	580	60 GrisCr	60P	pobre

prueba de panificación depende directamente sobre el nivel de proteína y confirman lo que se mencionó anteriormente.- Estos resultados sugieren que se debe valorar el contenido de proteína en los triticales en una amplia variabilidad genética para lograr la identificación de líneas de triticales como Rahum, que presentan buenas características agronómicas y de calidad e incorporarlas a material con alto potencial de rendimiento lo cual resultará en un aumento en la fuente de proteína de buena calidad.

Es interesante hacer notar que aunque la soya presenta alto contenido de proteína (37.5%) su aptitud panadera es muy pobre, lo cual indica que las únicas proteínas (gluten) con habilidad panadera son los que presenta el trigo.

2. Mezcla Triticale-Trigo.

La evaluación de las características de calidad para las mezclas de los diferentes triticales usados en esta tesis con trigo se muestran en la TABLA 6.

Al aumentarla dosificación de trigo a los triticales se incrementaron notablemente todos los datos analíticos y características panaderas de las mezclas. En el caso del triticales Rahum, la influencia de calidad de las proteínas de trigo se manifestaron hasta en la fórmula -

TABLA 6. Datos Analíticos y Características Panaderas de Mezclas.

de Trigo (Gold Medal) con Triticales.

Cultivo (mezcla)	Fórmula (%)	Proteína (%)	Amasado (min)	Absor- ción (%)	Vol. Pan. (cc).	Color de	Grano y Textura	Aptitud Panadera.
						Miga.		
Beagle-Trigo	90-10	12.9	1.78	58	625	90 GrCr	65 P.	Pobre
Beagle-Trigo	85-15	13.0	1.80	58	685	90 GrCr	70 R.	Regular
Beagle-Trigo	65-35	13.7	1.90	59	845	90 A Cr	80 B.	Buena
Beagle-Trigo	50-50	14.7	2.55	60	885	95 A Cr	89 B.	Muy buena.
Yoco-Trigo	90-10	12.6	2.03	55	650	80 GrCr	60 P	Pobre
Yoco-Trigo	85-15	12.8	1.89	61	795	85 GrCr	65 P	Regular
Yoco-Trigo	65-35	13.5	1.90	59	925	90 GrCr	79 R	Muy buena
Yoco-Trigo	50-50	14.1	2.50	58	945	95 GrCr	89 B.	Muy buena
Navojoa-Trigo	90-10	12.3	1.69	57	700	85 GrCr	55 MP	Pobre
Navojoa-Trigo	85-15	12.6	1.70	54	715	90 GrCr	65 P	Regular
Navojoa-Trigo	65-35	13.3	1.95	56	865	95 A Cr	80 B	Buena
Navojoa-Trigo	50-50	13.9	2.65	57	930	95 A Cr	85 B	Muy buena
Rahum-Trigo	90-10	14.4	2.42	54	755	70 GrCr	70 R	Regular
Rahum-Trigo	85-15	14.5	2.50	56	765	75 GrCr	79 R	Regular
Rahum-Trigo	65-35	14.8	2.59	59	920	85 GrCr	85 B	Muy buena
Rahum-Trigo	50-50	15.1	2.64	57	970	90 GrCr	90 MB	Excelente.

65-35 Triticale-Trigo, proporcionando a la mezcla, una muy buena aptitud panadera con alto contenido de proteína(14.8%).

Estos resultados sugieren que la utilización de los triticales para la alimentación por medio de la elaboración de mezclas con trigo en la producción de pan de buena calidad, constituye un aspecto importante desde el punto de vista industrial.

3. Mezcla Triticale-Soya.

Debido a que la soya presenta gran potencial nutritivo y que además en los últimos años ésta ha sido utilizada como aditivo para incrementar la calidad nutritiva de otros productos, se consideró importante en ésta tesis, evaluar la calidad panadera de las mezclas de los diferentes triticales con la soya.

La TABLA 7 muestra la evaluación de calidad de las diferentes dosificaciones hechas a partir de los triticales con la soya. En general, se observa un incremento de proteína al aumentar la soya en la dosificación. Sin embargo, éste incremento tiene un efecto negativo en el volumen del pan que disminuye a medida que aumenta el contenido de proteína. Estos resultados sugieren que aunque la suplementación de soya para panificación aumenta el contenido de proteína, presenta efectos drásticos en el valor del volumen del pan, así como en sus aptitudes panaderas.



TABLA 7.

Datos Analíticos y Características Panaderas de Mezclas de Soya con los Triticales.

(79)

Cultivo (mezcla)	Fórmula (%)	Proteína (%)	Amasado (min)	Absorción (%)	Vol. Pan. (c.c.)	Color de Miga.	Grano y Textura	Aptitud Panadera.
Beagle-Soya	95-5-	12.7	1.66	54	435	80 CCr	69 P	Muy pobre
Beagle-Soya	90-10	13.0	1.78	55	400	75 CCr	59 MP	Muy pobre
Beagle-Soya	85-15	13.3	2.08	55	365	65 CCr	50 MP	Muy pobre
Yoco-Soya	95-5-	12.5	1.91	54	450	80 CCr	70 R	Pobre
Yoco-Soya	90-10	12.8	1.66	60	455	75 CCr	60 P	Muy pobre
Yoco-Soya	85-15	13.1	1.60	60	400	50 CCr	55 MP	Muy pobre
Navojoa-Soya	95-5-	12.1	1.40	57	540	75 CCr	70 R	Regular
Navojoa-Soya	90-10	12.5	1.29	54	450	65 CCr	65 P	Pobre
Navojoa-Soya	85-15	12.8	1.89	58	405	50 CCr	50 MP	Muy pobre
Rahum-Soya	95-5	14.3	1.87	54	725	85 CCr	80 B	Buena
Rahum-Soya	90-10	14.5	2.64	54	690	80 CCr	79 R	Buena
Rahum-Soya	85-15	14.6	2.77	56	555	70 CCr	70 R	Regular.

D. Calidad Nutritiva

En éste estudio se consideró importante conocer el contenido de proteína, lisina y triptofano, para determinar el potencial nutritivo tanto de los granos de triticales, en particular, como el de las mezclas de triticales con trigo y con soya, en general.

Los resultados de los análisis para el contenido de proteína, lisina y triptofano en grano de las cuatro variedades de triticales estudiadas, así como de un trigo y un centeno son mostrados en la TABLA 8. En el presente estudio, se reporta la lisina y el triptofano en porcentaje de proteína, debido a que el balance de aminoácidos de la proteína es más importante desde el punto de vista nutricional. El contenido de lisina en los triticales presentó una variación de 3.83 % a 5.04 %. Comparando los valores de lisina entre el trigo, el centeno y los triticales se observa que el contenido de lisina en los triticales es generalmente más alto que en trigos y centenos. Se puede observar gran variabilidad en el contenido de proteína en los triticales, sin embargo, el contenido de triptofano mostró poco cambio. La relación inversa entre el contenido de lisina y el nivel de proteína reportada en trigos y centenos, también se observó en los triticales. La importancia que presentan estos datos es de que deben orientar

TABLA 8. Contenido de Proteína, Lisina y Triptofano en grano de diferentes cultivares.

Cultivo	Proteína (%)	Lisina (%)	Triptofano (%)
Trigo (G.M.)	15.9	3.31	1.17
Beagle	12.5	3.83	1.04
Yoco	12.3	4.16	1.07
Navajoa	11.9	5.04	1.15
Rahum	14.3	4.41	1.05
Prolific Rye	11.3	3.25	0.86

al programa de mejoramiento de los triticales para escoger aquellos materiales que contengan un alto nivel de proteína y a la vez alto contenido en lisina y que muestren características reológicas aceptables para su utilización como fuente alimenticia.

La TABLA 9 muestra los resultados de los análisis de proteína, lisina y triptofano de los productos alimenticios (panes) derivados de las mezclas de los triticales con trigo. En los valores presentados de proteína, se observa que el contenido de proteína se incrementa a medida que se aumenta el porcentaje de trigo en las mezclas con los cuatro triticales utilizados. El incremento de lisina se observa en las mezclas de Beagle-Trigo y Yoco-Trigo, sin embargo, en las mezclas de Navojoa-Trigo y Rahum-Trigo no mostraron incremento en los niveles de lisina con proteína. Respecto al contenido de triptofano es importante señalar que aun que éste aminoácido no es deficiente en los cereales desde el punto de vista nutricional, su valor se mantuvo estable en todas las mezclas y fórmulas.

Por los valores observados en la TABLA 9, se puede concluir que hay algunas variedades de triticales que pueden ser mejoradas para su utilización como fuente alimenticia con trigos de buena calidad, sin embargo, hay otras variedades en que no sería recomendable, desde el punto de vista nutricional, usar mezclas con trigo.

TABLA 9. Resultados de Proteína, Lisina y Triptofano -
de los productos derivados de las mezclas de
los Triticales con Trigo.

Mezcla	Fórmula (%)	Proteína (%)	Lisina (%)	Triptofano (%)
Beagle-Trigo	90-10	12.9	4.28	1.02
Beagle-Trigo	85-15	13.0	4.33	0.90
Beagle-Trigo	65-35	13.7	4.45	1.04
Beagle-Trigo	50-50	14.7	4.59	1.02
Yoco-Trigo	90-10	12.6	3.98	0.98
Yoco-Trigo	85-15	12.8	4.20	1.00
Yoco-Trigo	65-35	13.5	4.21	1.07
Yoco-Trigo	50-50	14.1	4.39	1.13
Navojoa-Trigo	90-10	12.3	4.09	1.10
Navojoa-Trigo	85-15	12.6	4.02	1.09
Navojoa-Trigo	65-35	13.3	4.13	1.03
Navojoa-Trigo	50-50	13.9	3.68	1.09
Rahum-Trigo	90-10	14.4	3.69	1.04
Rahum-Trigo	85-15	14.5	3.70	0.99
Rahum-Trigo	65-35	14.8	3.58	1.10
Rahum-Trigo	50-50	15.1	3.46	1.05

Finalmente, la TABLA 10 muestra los resultados de proteína, lisina y triptofano de los productos derivados de las mezclas de soya con los diferentes triticales estudiados. Se observa que el aumento del contenido de proteína es proporcional al aumento de la dosificación soya en todos los triticales. Por otro lado, el aumento en el contenido de lisina es superior con relación a los valores reportados en la TABLA 9. Sin embargo, el contenido de triptofano de nuevo mostró estabilidad aún cuando la soya presenta valores relativamente altos en comparación con los cereales estudiados (ver TABLA 8). Estos resultados promueven alentadoras bases para utilizar, en el futuro, mezclas de triticales con soya, para así poder suplir las demandas de alimentación que exige nuestra actual población creciente.

TABLA 10. Resultados de Proteína, Lisina y Triptofano de los productos derivados de las mezclas - de los Triticales con Soya.

Mezcla	Fórmula (%)	Proteína (%)	Lisina (%)	Triptofano (%)
Beagle-Soya	95-5	12.7	3.96	1.20
Beagle-Soya	90-10	13.0	4.78	1.49
Beagle-Soya	85-15	13.3	5.38	1.59
Yoco-Soya	95-5	12.5	4.42	1.33
Yoco-Soya	90-10	12.8	5.07	1.45
Yoco-Soya	85-15	13.1	5.57	1.69
Navojoa-Soya	95-5	12.1	4.27	1.40
Navojoa-Soya	90-10	12.5	4.69	1.50
Navojoa-Soya	85-15	12.8	5.19	1.68
Rahum-Soya	95-5	14.3	4.35	1.09
Rahum-Soya	90-10	14.5	4.40	1.18
Rahum-Soya	85-15	14.6	5.51	1.33

VI. CONCLUSIONES

Los valores de proteína de los triticales fueron intermedios a los valores de sus progenitores. En general, fueron valores bajos manifestándose en las propiedades químicas y reológicas. El triticales Rahum fué el único que presentó un valor de proteína más alto y cercano al valor que presentó el trigo.

Las pruebas de Pelshenke y Sedimentación predijeron satisfactoriamente las características reológicas y el valor del volumen del pan para los diferentes cultivares.

Se comprobó también, la importancia que representa el farinógrafo para la predicción de las características reológicas de los diferentes cultivares estudiados. Así vemos que los farinogramas de los diferentes triticales estuvieron muy por debajo en lo que respecta a estabilidad y tiempo de amasado con relación a sus progenitores.

Tomando como base el alveograma ideal que representa el del Trigo (G.M.), se puede observar que el triticales Rahum presenta un balance en la extensibilidad y tenacidad que no se observa en ninguno de los otros triticales. Este parámetro está relacionado con el contenido de proteína. Sin embargo la calidad de su gluten no es lo suficientemente buena por que no presenta la fuerza requerida para el proceso de panificación. Debido a éstas características, esta clase de material debe ser tomado en cuenta para su mejoramiento de calidad o para la aplicación en la industria galletera.

De los resultados de los mixogramas se puede concluir que tanto el porciento de absorción y el tiempo de amasado están en relación directa de la cantidad y calidad de proteína, por lo que no hubo ninguna variación significativa en estos parámetros para los triticales Beagle, Yoco y Navojoa. Se observó que el triticales Rahum presentó características mixográficas superiores a los anteriores, no obstante ninguno de ellos presentó óptimas características durante el proceso de panificación.

En la prueba de panificación se comprobó que ésta depende directamente de la cantidad y calidad de proteína. De los triticales estudiados, solo Rahum que tiene alto contenido de proteína, en comparación con los otros, presentó una aceptable aptitud panadera. De acuerdo con esto, los triticales que presentan buenas características agronómicas y de calidad deben ser utilizados como progenitores para la obtención de líneas con alto potencial de rendimiento y además buena calidad industrial y nutricional.

Siendo el trigo el único que presenta una proteína (gluten) con habilidad panadera, se observó que al aumentar su dosificación a los triticales, su aptitud panadera mejoró notablemente. Se puede ver que desde un 85% de triticales podemos obtener un pan con buena aceptabilidad.

Se pudo comprobar en este estudio el alto contenido de lisina de los triticales estudiados, siendo éste va -

lor mayor que el de sus progenitores.

La suplementación con soya aumentó el contenido de lisina, como era de esperarse. Aunque para el proceso de panificación la soya no es recomendable debido a sus efectos nocivos sobre el valor del volumen del pan, es indudable su gran potencial nutritivo, por lo tanto se puede pensar como una alternativa para resolver el problema de escasez de productos alimenticios, la elaboración de alimentos utilizando, mezclas triticale-soya que sean de mayor aceptación para el consumo humano.

Finalmente se puede concluir que el triticale - puede en un momento dado cubrir las deficiencias en la producción de trigo, ya que mezclado a este cereal en proporciones de 65:35 y 50:50 es capaz de permitir la elaboración de pan.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.A.C.C.C., 1969
American Association of Cereal Chemist.
11a. St. Paul Minn.
- 2.- Allard, R.W., 1960
Principles of Plant Breeding.
John Wiley and Sons. Inc.
- 3.- Baker, H.W., and Gregory, N.L., 1942
Some Preliminary Studies Pertaning to the Operation
and Use of the Buhler Mill.
Cereal Chem. 19: 267-279
- 4.- Chen, C.H., and Bushuk, W., 1969
Nature of proteins in Triticale and its Parental Species.
I. Solubility characteristics and aminoacid composition.
Can. J. Plant. Sci. 50: 9-14
- 5.- Fox, S.W., and De Fontaine, D., 1956
Sequential assay of four aminoacid in grains of wheat,
rye and their hybrid.
Proc. Soc. Explt. Biol. Hed. 92: 503-506
- 6.- Geedes, W.F., 1941
Objectives in Breeding for Improved Quality in Hard Wheats.
J. Amer. Soc. Agron. 33 : 490-503
- 7.- Greenaway, W.T., Hurst, N.S., Neustadt, M.H., and Zeleny, L.,
1966
Microsedimentation Test for Wheat.
Cereal Sci. Today 11: 197-199
- 8.- Greer, G.M., and Stewart, B.A., 1959
The water absortion of wheat flour: Relative effects on
protein and of starch.
J. Sci. Food. Agr. 10: 248-252
- 9.- Hall, O., 1959
Immuno-electrophoretic analyses of allopolyploid rye-
wheat and its parental species.
Hereditas 45: 495-504
- 10.- Hernández, H., and Bates, L.S., 1969
Modified Method for Rapid Tryptofan analysis of maize.
Research Bull. No. 13, CIMMYT.

- 11.- Hulse, J.R., and M. Laing E., 1974
 Nutritive Value of Triticale Protein.
 Inter. Devel. Research Centre Ottawa 95-103
- 12.- Irvine, G.N., and Mc. Mullan, M.E., 1960
 The "premix" baking test.
 Cereal Chem. 37: 603-613
- 13.- Jenkins, B. C., 1958
 General Discussion.
 First International Wheat Genetics Symposium 240-241
- 14.- Jones, C.R., 1940
 The production of mechanically damaged starch in milling
 as a governing factor in diastatic activity of the flour.
 Cereal Chem. 17: 133-169
- 15.- Kent-Amos, D.W., and Amos, A.J., 1967
 Modern Cereal Chemistry, 6th. Ed.
 The Northern Publish Co. Ltd. Liverpool p. 253-257
- 16.- Kent, N.L., 1966
 Technology of Cereals.
 Pergamon Press. Oxford, England.
- 17.- Kilborn, R.H., and Tipples, K.H., 1968
 Sponge and dough type bread from mechanically-developed
 dough.
 Cereal Sci. Today, 13: 25-28,30
- 18.- Kiss, A., 1968
 Cultivation and Problems of Triticale Hugarly.
 Veg. Crops. Res. Inst., Kees Kement, Hungary 15-20
- 19.- Meister, G.K., 1921
 Natural hybridization of wheat and rye in Russia.
 The Jour of Her. 12: 467
- 20.- Müntzing, A., 1939
 Studies on properties and the ways of production of
 rye-wheat amphiploids.
 Hereditas 25: 387-430
- 21.- O'Mara, J.G., 1938
 Fertility in Allopolyploids.
 Rec. Gen. Soc. Am. 17: 52

- 22.- O'Mara, J.G., 1953
The cytogenetics of Triticale
Bot. Rev. 19: 587-605
- 23.- Panter, A., 1975
Flour milling technology grain and oil seeds. Handling,
marketing, processing.
Pub. Canadian International Grains Institute (CIGI),
2nd. Ed. p. 443-498.
- 24.- Pelshenke, P., 1933
A short method for the determination of gluten quality
of wheat.
Cereal Chem. 10: 90-96
- 25.- Rodriguez-Bores, F.J., 1976
Study of some factors affecting Pelshenke test for bread
making quality.
Ph. D. Thesis. University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- 26.- Sánchez Monge, E., 1958
Hexaploid Triticale.
First International Wheat Genetics Symposium 18-19
- 27.- Shuey, W.C., 1975
Practical Instruments for Rheological Measurements on W
Wheat Products.
Cereal Chem. 52: 3, 42 r.
- 28.- Stenberg, G.A., 1968
A new concept in conventional dough mixing.
Baker's Dig. 42: 60
- 29.- Tipples, K.G., 1967
Recent advances in baking technology.
Baker's Dig. 41: 18-20, 24, 26, 27, 75.
- 30.- Tipples, K.H., 1975
Bread-making technology. Grain and oil seeds. Handling,
marketing, processing.
Pub. Canadian International Grain Institute (CIGI),
2nd. Ed. p. 497-540.
- 31.- Villegas, E., 1968
Variability in the lysine content of wheat, rye and
Triticale proteins. CI
CIMMYT Research Bulletin No. 10.

32.- Young, F.C., and Unrau, A.M., 1966

Allien genome combinations in influence in aminoacids
composition of cereal proteins fractions.

Agr. Food Chem. 14: 8-12

33.- Zeleny, L., 1947

A simple sedimentation test for estimating the bread-
making and gluten qualities of wheat flour.

Cereal Chem. 24: 465-475.