

300627  
15  
24



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE QUIMICA**

Incorporada a la  
**Universidad Nacional Autónoma de México**

**TRITICALE: REVISION BIBLIOGRAFICA  
Y ELABORACION DE PAN.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

presenta

**MA. ELENA JUNCO REY**

México, D. F.

1986



## **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 está 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.

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1
- OBJETIVO	3
 CAPITULO I	
- GENERALIDADES	
1.- Antecedentes del triticale. Origen de los cereales. Posición sistemática y evolución del trigo y centeno.	5
2.- Formación del triticale. Componentes del triticale. Descripción del triticale. Descripción de la Cochicina y su acción en el triticale.	8
 CAPITULO II	
- HISTORIA DEL TRITICALE.	12
 CAPITULO III	
- ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL TRITICALE	
1.- Estructura del grano de triticale.	26
2.- Composición química del triticale.	
I. Proteínas	
a. Proteínas totales.	31
b. Proteínas totales afectadas por localización del cultivo.	33
c. Composición de las proteínas.	35
d. Aminoácidos.	37

2.- Composición química de los triticales.	
II Carbohidratos.	
a. Almidón.	39
b. Azúcares.	41
c. Pentosanos.	42
III. Lípidos.	
a. Composición de lípidos.	43
b. Ácidos grasos libres.	45
c. n - hidrocarburos.	46
IV. Minerales.	47
V. Vitaminas.	51
VI. Enzimas e inhibidores de enzimas.	53
a. Amilusas.	53
b. Proteasas.	54
c. Inhibidores de proteinasas.	54
VII. Componentes menores.	
a. Ácidos fenólicos.	55
b. Compuestos carbonilos.	56

## CAPITULO IV

## - ASPECTOS NUTRITIVOS Y CALIDAD INDUSTRIAL DEL TRITICALE

1.- Aspectos nutritivos de la harina de triticales.	58
2.- Aspectos de la calidad industrial del triticales.	67
3.- Comportamiento del triticales durante la molienda. Características de panificación.	72
a. Calidad del grano.	72
b. Molienda.	76
c. Calidad de la harina de triticales.	78
d. Proceso de panificación.	82

## CAPITULO V

## - PARTE EXPERIMENTAL: METODOS Y MATERIAL

A. - Preparación de la muestra	89
B. - Preparación de la masa para el pan de caja.	90
C. - Preparación de la masa para el pan de dulce semita.	92
D. - Análisis bromatológicos.	93
E. - Análisis microbiológicos.	94
F. - Evaluación sensorial	94
G. - Análisis estadístico	94
Diagrama de bloques	95

## CAPITULO VI

- DISCUSION DE RESULTADOS	96
---------------------------	----

- CUADROS DE RESULTADOS	113
-------------------------	-----

## CAPITULO VII

- CONCLUSIONES	147
----------------	-----

## CAPITULO VIII

- BIBLIOGRAFIA	152
----------------	-----

## APENDICE 1

- DEFINICIÓN DE GRANOS DAMADOS Y DEFECTUOSOS SEGUN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-55-1984.	163
--	-----



**INTRODUCCION**

**Y OBJETIVO.**

## INTRODUCCION

El desarrollo agrícola constituye uno de los sectores más complejos de la vida humana, ya que la alimentación del hombre tiene su base en la producción agrícola y ganadera. Los desequilibrios alimenticios existentes en el mundo requieren soluciones a corto plazo. La situación actual y abastecimiento mundial de alimentos es difícil y crítica en gran parte de la Tierra. Y, todo esto se debe al incremento de la población, que no guarda relación proporcional con el aumento de la producción de alimentos, dando lugar a problemas que exigen la introducción de una racionalidad máxima en las técnicas de producción agrícolas y ganaderas.

Hablar del problema de la agricultura es hablar -- del problema del hambre. Se puede decir que existen dos categorías de países: los que producen más alimentos o en equidad en relación del que necesitan; y los que son deficitarios en su producción de alimentos. En éstos últimos la población se mantiene cultivando pequeñas parcelas en donde practican una agricultura de subsistencia ya que los alimentos en especial -- los que proporcionan proteínas de origen animal son escasos o caros.

El origen de la agricultura, por ende de los cereales, su evolución y su explotación como cultivos alimenticios, data desde que el hombre se convierte en sedentario y comenzó a introducirlos para aprovecharlos en su alimentación. Siglos han pasado, durante los cuales el hombre ha empleado técnicas que mejoran día con día de acuerdo a sus necesidades y al avance sociológico. Actualmente se desarrollan estudios fitogenéticos y bioquímicos de gran utilidad para la agricultura y la alimentación.

Al considerar las fuentes alimenticias humanas y -- sus correspondientes problemas de escasez y calidad nutritiva,

se debe tener en cuenta que no habrá variación en las costumbres y hábitos dietéticos de los niveles socioeconómicos en que intervienen la selección de alimentos. Esto da lugar a la necesidad de mejorar genéticamente las posibilidades nutritivas de los cereales en general, ya que éstos constituyen los componentes principales de las dietas de subsistencia en todo el mundo.

Además de las investigaciones que se realizan para mejorar los cereales ya utilizados en la dieta humana, los fitomejoradores han logrado producir un nuevo género cerealícola artificial llamado triticale. Este nuevo cereal se está investigando en muchas partes del mundo con el fin de convertirlo en un cultivo comercial fuente de alimentos, ya que posee características agronómicas y nutritivas muy prometedoras.

El triticale, un cultivo nuevo y relativamente desconocido, es un anfiploide que contiene en su totalidad los genes del trigo y centeno. Este producto de la cruce entre los géneros Triticum ( al cual pertenece el trigo ) y Secale ( al cual pertenece el centeno ) dio lugar al cereal híbrido llamado triticale cuyo nombre se forma de las dos primeras sílabas de Triticum y las dos últimas sílabas de Secale (5, 12).

Para millones de personas que carecen de alimento es mucho más justificable el largo y paciente esfuerzo tendiente a desarrollar un triticale viable y perfeccionarlo para que llegue a ser un cultivo económico, y no tan solo una curiosidad biológica.

El primer objetivo del triticale fue el de obtener variedades fértiles de alto rendimiento, características agronómicas favorables tales como rendimientos en diversos suelos deficientes (sequía, arenosos, tóxicos, etc.) y ambientes ecológicos desfavorables, resistencia a las enfermedades típicas de sus progenitores y las posibles enfermedades que se desarrollen en él, granos de buena calidad nutritiva, y por lo tanto llegar a ser un cereal de explotación amplia y comercial.

A partir de la década de 1950, el mejoramiento del cultivo del *triticale* tomo cierto auge. Desde entonces los investigadores de Europa y Norteamérica trabajan para lograr que el *triticale* sea competitivo con otros cereales.

En México, el Centro Internacional de Malz y Trigo (CIMMYT) desde su fundación en 1966, trabaja con *triticale* en colaboración con el Departamento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y con la Universidad de Manitoba en Canadá para introducir un proyecto de mejoramiento genético y químico del *triticale*.

#### OBJETIVOS.

Los objetivos inmediatos del presente trabajo son:

- 1.- Describir el cereal *triticale* desde sus aspectos nutritivos e industriales.
- 2.- Elaborar un pan de caja utilizando harina de dos variedades de *triticale* obtenidas actualmente, y, observar su mejoramiento en su calidad industrial. Para este fin se usó harina refinada de las dos variedades de *triticale*, y - harina refinada de trigo.
- 3.- Elaborar un pan de dulce "semita", el cual pueda introducirse a la industria de panificación. Para este fin se -

usó harina refinada e integral una de las variedades de triticale, harina refinada e integral de trigo.

- 4.- Estimar la preferencia y aceptación de los productos de panificación elaborados mediante una evaluación sensorial y un análisis estadístico.
- 5.- Evaluar los análisis Bromatológicos y Microbiológicos de los productos de panificación elaborados.

Los objetivos mediatos del presente trabajo son:

- 1.- Recopilar en una revisión bibliográfica la historia, desarrollo, genealogía, estructura y composición, aspectos nutritivos del triticale.
- 2.- Proporcionar a la investigación científica las bases para realizar otras formulaciones utilizando harina de triticale con diferentes harinas de cereales, harinas de leguminosas, harinas de otras fuentes alimenticias como -- pescado.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.- ANTECEDENTES DEL TRITICALE. ORIGEN DE LOS CEREALES. POSICION SISTEMATICA Y EVOLUCION DEL TRIGO Y CENTENO.

Los cereales son los frutos de algunas plantas herbáceas cultivadas, pertenecientes a la familia de las gramíneas. Los más importantes desde el punto de vista de la producción son el trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno, sorgo y mijo (39). El descubrimiento de los cereales desde hace unos 10,000 a 15,000 años A.C., hizo que el hombre se convirtiera en sedentario, asignándose como lugares de origen China, Asia Central, Cercano Oriente, Mediterráneo, la Planicie Mesoamericana y América del Sur; su evolución como cultivo está ligada al desarrollo sociológico humano (48).

Estos cereales que el hombre aprovecha para su alimentación, los ha destinado de forma diversa; cocidos, enteros molidos para obtener harina con la cual elabora panes, tortas, tortillas y otros. Los cereales en general contienen de 10% a 15% de agua, de 70% a 80% de almidón, de 7% a 10% de proteínas con huellas de grasa, complejo B, minerales y capas externas - no digeribles (8). Los cereales se han mejorado en los últimos años gracias a un mejor conocimiento de los mecanismos de reproducción y composición genética de las plantas. Los géneros Aegilopus, Agropyron, Haynaldia, Triticum y Secale se agrupan dentro de la Subtribu Triticineae (5). Esta Subtribu llama la atención por la importancia económica del Triticum, Secale y en-

menor grado Agropyron; además por los problemas fitogenéticos que plantean este género taxonómicamente emparentado. Entre las angiospermas una de las tendencias evolutivas más conocidas es la poliploidia, que alcanza cuando menos a una tercera parte de ellas, y en ciertos grupos el porcentaje es mayor como por ejemplo las Gramínceas, en las cuales el 70% de las especies son poliploides (2, 64). El género Triticum constituye un magnífico material para analizar a través de la poliploidia a la familia Gramíncea, tales como el trigo durum y su cruzamiento entre el pasto Aegilopus, ambos originarios de Babilonia, donde apareció por primera vez el trigo Triticum aestivum, algunos otros híbridos intergenéricos producidos de cruzamientos del Triticum y Agropyron; Triticum y Haynaldia; Triticum y Secale, de esta última combinación se formó el nuevo cereal triticale.

J. Percival, en Inglaterra, postuló que el Triticum aestivum, trigo con el que se elabora el pan, contiene 42 cromosomas y que proviene de los progenitores arriba citados, los cuales en algún momento del pasado se habían cruzado y duplicado sus cromosomas de forma natural, dando lugar a un híbrido fértil (37).

El cultivo del centeno data aproximadamente cuatro siglos A.C. en Alemania y más tarde en la Europa Meridional. Según Vavilov (1926), el centeno cultivado desciende del "rye grass" que se encontraba como hierba en los cultivos del trigo y cebada.

En tiempo de los Romanos en los países Meridionales el principal cultivo era probablemente el trigo, pero el centeno fue introducido por los invasores teutónicos que ya lo empleaban en la elaboración del pan. Durante la Edad Media las clases más pobres de Inglaterra comían pan de centeno o elaborado a veces con una mezcla de centeno y trigo llamado mesura, o de cebada y centeno. Según Ashley (1928) en 1764 el pan se elaboraba en el norte de Inglaterra con un 30% de centeno, y -

en Gales con un 40%. En ese tiempo el centeno era todavía un cultivo importante y además se importaba regularmente de Alemania y Polonia, países donde se producía en gran cantidad. -

El centeno (*Secale cereale*) es el segundo cereal de importancia en cuanto a la fabricación de pan, aunque en este aspecto el primero en los países escandinavos y algunos otros de la Europa Oriental [39].

#### CLASIFICACIÓN DE TRIGO Y CENTENO

	<u>TRIGO</u>	<u>CENTENO</u>
CLASE	MONOCOTYLEDONEAE	MONOCOTYLEDONEAE
ORDEN	GLUMIFERALES	GLUMIFERALES
FAMILIA	GRAMINEAE	GRAMINEAE
TRIBU	TRITICEAE (HORDEAE)	TRITICEAE (HORDEAE)
SUBTRIBU	TRITICENEAE	TRITICENEAE
GENERO	TRITICUM	SECALE

Ref. Bibliog. (5).

Como lo menciona Bell [75] en 1965, Sakumara en -- 1918 estableció que el género *Triticum* está formado por especies poliploides, con representantes diploides, tetraploides y hexaploides con un número cromosómico 14, 28, 42 respectivamente, siendo 7 el número básico de cada genomio.

Los trigos tetraploides [12] provienen del cruzamiento natural entre el trigo diploide AA y una especie de -- gramínceas con el genomio BB. La presencia del genomio A es reconocido en formas silvestres diploides tipificadas por *Triticum aegilopoides*, *Triticum thauder* y *Triticum monococcum*. - Sarkar y Stebbins (1956) concluyeron que el genomio B proviene de *Aegilopus speltoides* en los trigos tetraploides. La cruza-

de ambos-géneros dió un híbrido resultante el cual sufrió el -  
doblamiento del número de cromosomas dando lugar a un anfiploide  
de fértil (AABB) como representante Triticum turgidum L.

Los trigos hexaploides son productos de hibridación  
entre un trigo tetraploide (AABB) y una tercera especie con el  
genomio DD. Mc. Fadden y Sears (1946) encontraron que el geno  
mio D de los trigos hexaploides proviene de Aegilops squarro-  
sa L. Al duplicarse el número de cromosomas da lugar al anfi-  
ploide fértil (AABBDD) (75).

La poliploidía del género permite mejores adaptacio-  
nes a nuevas condiciones ambientales, logrando así una mayor -  
distribución geográfica y mejor utilización en la agricultura.  
La insistencia de creer en una base de trigo y centeno, se de-  
be a las cualidades alimenticias de dichos granos. El trigo -  
es un buen alimento por el alto contenido de proteínas, sin em-  
bargo lo que importa no es sólo la cantidad, sino la calidad -  
de la proteína. El trigo, es deficiente en lisina, aminoácido  
limitante en los cereales en general, este aminoácido abunda -  
en el centeno, pero es más pobre en relación a las proteínas -  
del trigo y sus aminoácidos (11).

## 2.- FORMACIÓN DEL TRITICALE. COMPONENTES DEL TRITICALE.

DESCRIPCIÓN DEL TRITICALE. DESCRIPCIÓN DE LA COLCHICINA  
Y SU ACCIÓN EN EL TRITICALE.

El triticales (62) es un cereal sintético obtenido -  
por la combinación del genoma del trigo y del centeno. Depen-  
diendo ya sea del trigo tetraploide ( $2n = 4x = 28$  cromosomas),  
o del trigo hexaploide ( $2n = 6x = 42$  cromosomas), son obteni-  
dos los triticales hexaploides y los triticales octaploides -  
respectivamente. En términos de su composición genómica ambos  
triticales se representan:

Triticale hexaploide ( $2n = 6x = 42$  cromosomas)

Trigo tetraploide + Secale = Triticale hexaploide  
(AABB) (RR) (AABBRR)

Triticum turgidum L.

Triticale octaploide ( $2n = 8x = 56$  cromosomas)

Trigo hexaploide + Secale = Triticale octaploide  
(AABBDD) (RR) (AABBDDRR)

Triticum aestivum em. Thell.

El triticale es un género artificial producido por el hombre. Es un anfiploide que contiene la totalidad de los genomas del trigo (tetraploide o hexaploide) y el genoma -- del centeno común.

Los organismos que poseen más de dos juegos haploides de cromosomas se denominan poliploides (30). La formación de poliploides está ligada a trastornos previos a la secuencia normal de la división nuclear cuyo resultado final es la duplicación en el número de cromosomas (37).

La duplicación puede ser inducida por diferentes métodos. Cualquier cosa que interfiera con la formación del huso durante la metafase en la mitosis puede propiciar la duplicación de los cromosomas; esto puede ser provocado por cambios bruscos de temperatura, exposiciones al calor o al frío, aunque con frecuencia la célula muere (37). También se ha utilizado agentes químicos para inducir la poliploidía, tales como hidrato de cloral, etil cloruro de mercurio, sulfanil amida y el alcaloide colchicina (7).

La poliploidía va acompañada siempre de modificaciones en los caracteres físicos de las plantas (fenotipo). En comparación con sus progenitores, el triticale presenta en las primeras etapas de su desarrollo un crecimiento más lento, los tallos a menudo más rígidos, las hojas son más grandes, las anteras de mayor tamaño, la espiga más larga y con característi-

cas intermedias entre las de sus progenitores, en general las plantas presentan mayor vigor [88].

Como todos los cruzamientos amplios entre plantas. el triticale comenzó con una base germoplásmica estrecha y - grano arrugado. También presentó como su progenitor centeno, paja alta, susceptibilidad de acame (tendencia de las plantas a caerse antes de la cosecha) y bajos rendimientos. Los triticales primarios se caracterizan por su fertilidad parcial - tanto en la forma hexaploide como en la octaploide (47, 63, - 69). Cada año desde que aparecieron en 1968 las líneas de -- triticale llamada Armadillo, se han logrado grandes progresos en el mejoramiento del triticale [13].

Una vez establecida la poliploidía [37], la posibi lidad de cruzamientos entre plantas diferentes con diversos - números cromosómicos da origen a numerosas combinaciones que se encuentran entonces sometidas a la influencia de la selec ción natural. Se observan todos los grados de viabilidad, -- desde combinaciones letales hasta otras que compiten ventajosamente con organismos diploides en ciertas condiciones ambien tales [37].

En la formación del triticale, la hibridización del trigo por centeno va seguido del doblaje en el número de romo somas, condición necesaria para obtener un anfiploide fértil - [88].

A.F. Blakeslee, A.G. Avery y B.R. Nebel [10], descu brieron el alcaloide colchicina, el cual se extrae de la planta Colchicum autumnale. Encontraron que cuando se colocan puntas de raíz u otras partes de crecimiento en concentraciones adecuadas de colchicina, los cromosomas de las células tratadas - se duplicaron correctamente inhibiéndose la formación del huso acromático y no ocurría la fase citoplásmica de la división ce lular. En vez de ello, en los tejidos tratados se produjeron núcleos restituidos con diferentes números de cromosomas. Al-

propagarse estas células se formaron plantas tetraploides que dieron semillas igualmente tetraploides.

Quiñones (75) menciona que la colchicina inhibe la formación del huso acromático durante la anafase, no permitiendo el desplazamiento de los cromosomas hacia los polos; los cromosomas divididos permanecen en la misma célula y se restituye en un sólo núcleo, dando lugar a la existencia de cromosomas homólogos en condición 2n necesarios para la fertilidad del híbrido. La explicación que se da sobre el mecanismo de acción de la colchicina sobre el huso acromático no es única; la sustancia puede actuar sobre los radicales -SH (sulfhidrilo) en la proteína del huso; también puede actuar sobre el metabolismo del ácido ribonucleico del huso; o bien intervenir en la provisión energética que requieren los desplazamientos cromosómicos. Se cree, sin embargo que interfiere bloqueando en el sistema adenosín trifosfato al encontrarse un antagonismo entre el ATP y la colchicina (30).

El éxito de la técnica radica en la predilección -- por un método y las concentraciones adecuadas del alcaloide, -- combinadas con la habilidad para que llegue la colchicina a -- los tejidos meristemáticos de la plántula, donde actúa bloqueando la mitosis.

CAPITULO II

HISTORIA DEL TRITICALE

## CAPITULO II

### HISTORIA DEL TRITICALE

El *triticale* es un híbrido que se conoce desde el siglo pasado. Zillinsky (96) cita, que el primer híbrido este ril trigo-centeno fue informado en 1875 por un científico apellidado Wilson ante la Sociedad Botánica de Edinburgo. La planta tenía la mitad del centeno (dos series de cromosomas). Luego en 1884, el Rural New Yorker, al reportar una repetición del experimento de Wilson por parte de un investigador de nombre -- Carman, publicó la primera ilustración del híbrido, el cual tenía un cierto parecido a sus progenitores. En 1888 (67) el investigador Rimpau, encontró en una población de cruza trigo y centeno una espiga que tenía 15 granos, 12 de los cuales produjeron plantas fértiles de fenotipo uniforme, en esta planta las series de cromosomas se habían duplicado naturalmente (dando ocho series de cromosomas, un octaploide). Las primeras investigaciones intensivas sobre el *triticale* se iniciaron en 1918 gracias al hecho casual de encontrar miles de híbridos inequívocamente de trigo y centeno en las parcelas de prueba de trigos de invierno, resultado, de fecundaciones espontáneas ocurridas en el ciclo anterior en donde los ensayos de trigo y los centenos sembrados en los surcos de bordo se intercruzaron, en la Estación Agrícola Experimental de Saratov, en el sureste de Rusia. Aunque todos los híbridos eran endoestériles, incapaces de autofecundarse, se habían creado miles de semillas fértiles por retrocruzas espontáneas de trigos y centenos vecinos; los investigadores soviéticos no encontraron una base teórica para explicar los hechos. En 1931 pruebas (63) citológicas confirmaron que estos híbridos eran anfiploides verdaderos de 56 cromosomas, un número diploide, aún no se podían explicar como habían surgido-

estos anfiploides de plantas androésteriles. Pese a todas estas cuestiones sin respuesta los investigadores de Saratov y de otras partes del mundo continuaron el estudio con triticales e inclusive realizaron muchas pruebas preliminares sobre las características de panificación de los triticales. Estos esfuerzos fueron interrumpidos por la segunda guerra mundial. En otros países Europeos siguieron investigaciones importantes, en Suecia Arne Muntzing y sus destacadas aportaciones al [63] mejoramiento del triticales comenzaron en 1931 y continúan en la actualidad. En 1936, Muntzing descubrió una planta con tres espigas cuyas anteras habían producido de 20% a 60% de -- granos de polen viable; otra planta tenía una sola espiga parcialmente fértil. Usando este polen para la autofecundación, Muntzing obtuvo una sola semilla que germinó y dio lugar a una planta con 56 cromosomas; un nuevo triticales. Muntzing consideraba como período arcaico a la época anterior a 1935 en relación a las investigaciones hechas sobre triticales. El interés por el triticales era casi exclusivo de los genetistas, ya que su potencial como un cultivo económico era poco atractivo por su persistente alto grado de infertilidad, tendencia a producir semilla arrugada, insuficiente de endospermo para lograr el crecimiento de las plántulas.

Pierre Givadoun [11, 69] en 1937 con el descubrimiento en Francia de la colchicina, un alcaloide cristalino podría inducir la duplicación del número de cromosomas en las plantas. La técnica [7] para utilizar este veneno amarillo pálido derivado del azafrán croco, necesitó de varios años para perfeccionarse, pero con su hallazgo se eliminó el primer obstáculo para el desarrollo de los triticales; su esterilidad. Esta técnica se unió a otra técnica delicada de cultivos en embrión [7, 14, 69, 78].

Una vez creado un nuevo triticales, en lugar de sembrar la semilla, el embrión de la semilla se separa quirúrgicamente del endospermo y se coloca en un medio de cultivo nutri-

tivo y artificial donde se desarrollará raíces y hojas produciendo un plántula en cuatro semanas promedio. El medio nutritivo toma el lugar del endospermo que en cruza intergenéricas como la del trigo y centeno requerida para obtener tritcale, es incapaz de mantener el crecimiento del embrión, por lo que cuando la plántula se desarrolla con suficientes hojas y raíces, después de seis a ocho semanas, ésta es transplantada al suelo. Esta técnica de extirpar embriones se desarrolló en 1940 por A.F. Blakeslee, A.G. Avery y B.R. Nebel [10].

En 1938 [5, 63, 69] aparece en la literatura científica el nombre de triticales de Triticum (trigo) y Secale (centeno) sugerido por el austriaco Tschermak, siendo el progenitor femenino el trigo y el progenitor masculino el centeno.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados, los fitomejoradores confrontaron la persistente tendencia de los triticales primarios obtenidos por las técnicas ya citadas, a las altas tasa de esterilidad y semillas con endospermo arrugado, además, otras deficiencias agronómicas; incluso en aquellos triticales que retuvieron su vigor reproductivo manifestaron otros caracteres deficientes, dependientes del lugar y condiciones ambientales en que se desarrollaron los progenitores de los triticales, y éstos mismos en relación con la adaptación al ambiente en el cual se pretendían formar [2].

A partir de 1950 [23, 46], la Universidad de Manitoba, Canadá, conjuntó por primera vez los esfuerzos de instituciones y científicos de todo el mundo, cada uno aportó una gran cantidad de triticales primarios con la importante finalidad inicial que era la confirmación de las cualidades genotécnicas superiores de los triticales hexaploides (híbrido) de trigo -- cristalino tetraploide y del centeno diploide ( $2n = 42$  cromosomas) al compararseles con los octaploides más comunes ( $2n = 56$  cromosomas), producto del cruzamiento del trigo harinero hexaploide con el centeno [61, 72].

Sánchez - Monge, del Instituto de Investigaciones A-

grarias de España y Tiso, en 1954, y el primero en 1956-1958, lograron materiales más variables en triticales hexaploides, con la finalidad de obtener triticales de buena calidad de grano probables a ser cultivados en ciertas regiones de España, concluyendo que no es posible obtener directamente del triticales hexaploide buenas propiedades agronómicas, pero se puede lograr mediante combinaciones y selección de triticales primarios. En la Universidad de Manitoba, Canadá, (46) se inicia el primer esfuerzo en Norteamérica tendiente a desarrollar un programa de mejoramiento de triticales como cultivo comercial. J.G. O'Mara de la Universidad del Estado de Iowa, suministró a los investigadores de Manitoba los primeros materiales hexaploides fitogénéticos: 10 semillas de una cruce entre el trigo Carleton y un centeno de primavera (obtenidos por la técnica del cultivo del embrión y la técnica de la colchicina...). Posteriormente mediante selección se lograron mejores triticales hexaploides primarios gracias a la colección mundial conjuntada por Shebeski, B.C. Jenkins, y otros.

En 1964 (23), el Proyecto Internacional de Mejoramiento de Trigo de la Fundación Rockefeller establece un convenio formal con la Universidad de Manitoba para ampliar el estudio sobre triticales. Al año siguiente merced a un donativo para financiar la investigación sobre triticales hecho por la Fundación de Rockefeller, se reorganiza entre el grupo de Norman E. Borlaug entonces director del programa de trigo en México y la Universidad de Manitoba en Canadá el trabajo sobre triticales constituyendo un programa cooperativo de investigación.

En 1966 (25), se funda el Centro Internacional de Mejoramiento de Malz y Trigo (CIMMYT) con sede en México y continúan ampliándose los avances en el desarrollo del triticales. Se concluyó, que los materiales probados en el verano en Canadá, pudiesen ser seleccionados con respecto a las ca-

racterísticas importantes y sembrarse por segunda vez en el mismo año en el tibio invierno de Sonora, podría duplicarse el ritmo de la investigación. Al establecerse los ensayos -- del triticale en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) en Sonora - al nivel del mar - y en la estación experimental del CIMMYT en el Valle de Toluca - a 2600 m. de altitud -, los triticales se seleccionaron bajo condiciones de crecimiento más similares a las prevalecientes en el mundo de desarrollo que en las condiciones de Manitoba. Este sistema genotécnico se conoce [25] como sistema de Viveros Fuera de Ciclo en el cual se persiguen tres objetivos:

- 1.- Avance del material genotécnico una generación extra por año.
- 2.- Selección por enfermedades y adaptación.
- 3.- Multiplicación de semillas en las líneas prometedoras.

Esta técnica se practica en otros países [24] y toda esta información valiosa se apoya en los ensayos Internacionales del Triticale, proporcionando una aceleración en los programas de mejoramiento del triticale, que si bien inicialmente se logró un mejor potencial de rendimiento y adaptación, resistencia a las enfermedades, ahora da la oportunidad de observar la adaptación de líneas avanzadas (plantas donde sus genes alcanzan un estadio en sus características fenotípicas) y variedades comerciales (plantas que se identifican como únicas de acuerdo a sus características estructurales y comportamiento en relación a otras variedades) a condiciones ampliamente diferentes:

- 1.- Mejoramiento a través de introducciones en países de bajo recurso para implantar estos programas con el fin de evaluar resistencia a las enfermedades, adaptación, características agronómicas en las líneas avanzadas y variedades comerciales para su liberación y mejoramiento.

- 2.- Mejoramiento a través de la selección de líneas experimentales que mantenían uniformidad - en el lugar donde se desarrollaban, pero que exhibían una gran variación agrónoma al cultivarse en otras partes del mundo, de aquellas líneas que mejor adaptación presentaban para así mejorar el cultivo tanto en costo como en tiempo mínimo.
- 3.- Mejoramiento a través de poblaciones híbridas, que permitieran el intercambio de germoplasma abundante para otros cruzamientos, a fin de obtener progenies que combinaran características más deseables que las encontradas en progenitores separados.

En 1968 espontáneamente, en las parcelas experimentales del CIMMYT en el CIANO, Ciudad Obregón, Sonora, se produjo una cruce entre un campo del CIMMYT de triticales hexaploides y un campo vecino de trigo harinero (también hexaploide). Únicamente se encontraron 29 espigas de esta cruce accidental, y se retuvo la progenie de sólo seis u ocho de estas espigas. Al progenie de este nuevo triticales se le llamó Armadillo. El trigo harinero progenitor del Armadillo no se identificó. Los hexaploides Armadillo se cruzaban más fácilmente con trigos y centenos que los hexaploides anteriormente obtenidos por el CIMMYT. Como resultado, para 1970 prácticamente cada triticales del CIMMYT incluía Armadillo en su genealogía. Mediante una cruce simple los fitomejoradores confirieron a los triticales menos favorecidos las cualidades hereditarias de las líneas del Armadillo [16]:

- 1.- Desarrollo de líneas de triticales con fertilidad completa.
- 2.- Desarrollo de líneas insensibles al fotoperiodo.
- 3.- Introducción de un gene de enanismo con el cual

se redujo favorablemente el tamaño de la planta

- 4.- Se logró una madurez temprana, mejor calidad - del grano en general.
- 5.- Líneas con mejor peso hectolítrico del grano.

Frank J. Zillinsky, quien a partir de 1968 asume la dirección del programa del triticale en el CIMMYT (85) como entidad separada del programa del trigo concluye: " para que el triticale llegue a ser comercialmente competitivo con otros cereales, debe ser por lo menos igualmente productivo en rendimiento de grano, tener resistencia adecuada a las infecciones patógenas, lograr un tipo de grano deseable y calidad nutritiva adecuada para la elaboración de alimento humano y para piensos de animales ". Para lograr el objetivo fijado, en los años setentas ha sido en el CIMMYT un periodo de actividad intensa para comprimir milenios de evolución en unas cuantas generaciones de laborioso trabajo genético y de selección.

En 1968, en Hungría, A. Kiss aprovechando los hexaploides, se siembran 15,000 hectáreas para la alimentación de animales; dos hexaploides secundarios desarrollados por el mismo investigador en 1965, se certifican y se liberan para su producción comercial en el año de 1968 (15).

En España también en 1968, un hexaploide desarrollado por Sánchez-Monge denominado Cachirulo comienza a distribuirse comercialmente. El equipo canadiense por su parte, entre los triticales aportados por J.G. O'Hara años atrás y los obtenidos por la Universidad de Manitoba desarrollan el hexaploide Rosner liberado para su producción comercial. Este triticale se convierte en el primero lanzado en Norteamérica para su uso general (15).

En 1969-1970 otro problema que presentó aún las mejores cruza de Armadillo competidoras en relación al mejor -- trigo testigo, fue el obtener un rendimiento Kg/Ha 25% más bajo, siendo el factor más serio para aumentar la productividad,

la tendencia del triticale a acamarse (caerse antes de la cosecha); pese a un gene de enanismo heredado del trigo, el triticale tendía a expresar la altura de su progenitor centeno y a desplomarse bajo el peso de sus espigas más llenas y fértiles. Muchas estrategias se intentaron para reducir el acame del triticale sin resultado óptimo.

No fue sino cuando se lograron cruza de triticale hexaploide-trigo harinero, y, triticale octaploide-triticale hexaploide cuando se derivaron hexaploides con dos genes de enanismo; a este triticale se le denominó Cinnamon y se introdujo en 1971, el cual presentó enanismo, fertilidad y mejor rendimiento. Para 1975, los mejores triticales (20) tenían una excelente resistencia al acamado y a la altura promedio de las plantas se redujo considerablemente.

En 1972, el CIMMYT comienza (18, 22) trabajos genéticos y de selección intensivos para lograr granos llenos y alta fertilidad. También se inician esfuerzos para ampliar la base genética del triticale. Se realizó un importante avance en la identificación de la substitución de cromosomas en el triticale. El CIMMYT trata ahora de determinar cual combinación de cromosomas ofrece mejor comportamiento agronómico en el cultivo, a fin de acelerar el desarrollo de buenos tipos agronómicos. Usando un análisis trisómico, Gustafson de Manitoba, detectó la substitución de un par de cromosomas de centeno por un par del genomio DD de trigo en la línea Armadillo. En el CIMMYT, Merker, de Suecia, en un trabajo con la señora Margarita de Sosa, de México, probó la misma substitución mediante una modificación de la técnica Giemsa de coloración, de forma que los cromosomas aportados al triticale por cada uno de los progenitores trigo y centeno, pueden distinguirse entre sí. El uso de la técnica modificada de coloración (47, 80) mostró que cromosomas extras de trigo substituyen algunas veces cromosomas de centeno (una serie completa) hasta una par de cromosomas de centeno. El conoci

miento de cuantos y cuales pares de cromosomas de centeno son reemplazados por cromosomas de trigo en una línea de triticale en particular, es valioso para los fitomejoradores. Las cruces entre triticales que tienen diferentes substituciones de cromosomas de centeno son estériles o segregan de modo anormal. Beagle es el primer triticale de alto rendimiento en el cual están presentes todos los cromosomas de centeno y de trigo.

Se han llevado a cabo estudios citogenéticos, bioquímicos, fisiológicos, histológicos, citológicos, micológicos con el fin de conocer y resolver situaciones comunes a una -- cruza amplia como lo es el triticale tales como: esterilidad-aberraciones cromosómicas, arrugamiento del grano, problemas-patológicos, etc. Estudios bioquímicos hechos en la Universidad de Manitoba muestran que la actividad de la amilasa en el desarrollo del endospermo, conduce a una degradación del almidón cuando apenas se está formando, esto se asocia con la germinación del grano y es una causa de la actividad enzimática-el arrugamiento en el grano. En el Departamento de Agricultura de Canadá, estudios fisiológicos e histológicos de la semilla de triticale diferencian dos sitios de arrugamiento: lamembrana del grano y en el endospermo (15).

En el Instituto de Fitomejoramiento de Cambridge - se realiza un estudio sobre las células del endospermo en desarrollo mostrando que los cromosomas del centeno tienen una división más lenta que los cromosomas del trigo, y esto interfiere con la formación de la pared celular, dando lugar a -- grandes agregados de cromosomas que se rompen y dejan un hueco en el endospermo, lo cual es otra causa de arrugamiento - en el grano. Se estudia además la necrosis híbrida, un problema genético en el triticale producto de intercruzamientos de ciertos progenitores, la progenie exhibe lesiones necróticas en las hojas y finalmente muere (16).

Los científicos del Instituto de Micología de la-

Mancomunidad en Londres, colabora con CIMMYT en la identificación de enfermedades encontradas en los triticales en México y en otros países, y otras desconocidas, ya que se trata de un nuevo cultivo que porta en sus células, germoplasma de trigo y centeno y obviamente le falta la evolución y desarrollo ambiental que las origina (16).

Un fitomejorador del CIMMYT comenzó a trabajar desde 1972 en el desarrollo de un nuevo germoplasma al transferir características selectas de una especie a otra, o concentrar ciertas características (11) a una especie vegetal con los de terminados fines:

- 1.- Concentrar en un progenitor deseable genes de alta proteína y de alta lisina dentro de la colección de germoplasma.
- 2.- Transferir del triticales al trigo harinero: más espiguillas por espiga, más florecillas por espiguilla, grano más grande, mayor nivel de proteína total y de lisina, mayor resistencia a Septoria tritici (hongo que daña al grano), a Fusarium y Helminthosporium (hongos que dañan a la planta).
- 3.- En Hungría se produjo un triticales de invierno con el gene de enanismo (40 cm. de altura) llamado "Tom Thumb".
- 4.- Transferir los genes de androsterilidad (esterilidad masculina) y líneas restauradoras del trigo híbrido al triticales para hacer posible un triticales híbrido.
- 5.- Cooperación tecnológica, científica y económica para formar otros cruzamientos amplios que involucren trigo-cebada; trigo-avena; o bien, trigos-pastos silvestres.

El año de 1973 se considera de gran (13) progreso-

debido a que incluye los siguientes logros:

- 1.- El complejo genético del triticale se expandió considerablemente al obtener triticales primarios con métodos más eficientes, la técnica incluye un cambio en el medio químico en el laboratorio, un cambio en la hormona de crecimiento para el embrión, y la introducción de un tratamiento de refrigeración. Numerosa cruza entre centeno de invierno y triticales de primavera se lograron, enriqueciendo más el programa de triticales por la introducción de razas locales de centeno de Turquía.
- 2.- Se obtuvo un mejor peso hectolítrico. El desarrollo anormal del endospermo da lugar a granos arrugados con un surco central profundo, problema persistente en la mejora del triticale, y - causa de un menor peso hectolítrico (peso por unidad de volumen), dando como resultado menores niveles de extracción de harina en relación con los obtenidos de los trigos harineros. En 1968, el peso hectolítrico del mejor triticale en México era de 60Kg/Hl debido al grano arrugado. En 1973, el mejor grano de triticale -- llegó a 76Kg/Hl, mientras que el mejor grano -- de trigo con la variedad INIA66 fue de 84Kg/Hl (18). Como una línea de triticale resultante del cruzamiento de Armadillo con la variedad -- de trigo INIA66, dieron unas líneas de nombre Panda cuyo peso hectolítrico del grano fue de 71 y 79Kg/Hl.
- 3.- Se mejoraron las técnicas citológicas para identificar los cromosomas del triticale, trigo y centeno.

- 4.- Se obtuvieron mejores rendimientos por hectárea. En 1968 los mejores rendimientos para los triticales del CIMMYT eran de 2500Kg/ha - contra 6000Kg/ha para los trigos harineros. - En 1972 los rendimientos del triticales fueron de 7000Kg/ha contra 8000 a 9000Kg/ha de los trigos harineros. Las ganancias en rendimiento se debieron a una mejor fertilidad y a la mayor resistencia al acame, así como a un mejor peso hectolítrico y por ende a un grano más lleno. Para 1973 los rendimientos del triticales eran de 8000Kg/ha y los rendimientos de los trigos harineros eran de 8000 a 9000Kg/ha (16).

La adaptación cada vez más amplia del triticales se observa en un mayor número de ambientes agrícolas reales bajo condiciones difíciles, típicas de las áreas más pobres del mundo. Varios investigadores reportaron el reemplazamiento del centeno por el triticales en suelos arenosos, similares a los de la Meseta Central de México. El triticales se adapta a suelos ácidos, de pH bajo (característicos de zonas con lluvias abundantes y a menudo con toxicidad de aluminio y cobre como sucede en Río Grande Do Sul, Colombia, Etiopía, el norte de la India, tolerancia a la sequía, resistencia al carbón (hongo que ataca al grano), a *Septoria tritici* (hongo que ataca al grano), enfermedades que prevalecen en Brasil, Argentina Etiopía y la región del mediterráneo. El problema actual es causado por un virus del enanismo amarillo de la cebada denominado BYDV. La línea Beagle de triticales es la que mayor tolerancia muestra a este virus por lo que se usa como material descendiente para logra una mayor resistencia y ampliar más el germoplasma por lo cual se realiza (19):

- 1.- Intercruzas con trigos harineros y duros, y -

y especies de centeno con el *triticale*.

- 2.- Formación de nuevos *triticales*: trigo duro y centeno; trigo harinero y centeno.
- 3.- Cruzas de *triticales* mexicanos de primavera - con germoplasma europeo; cruzas de *triticales* de primavera con *triticales* de invierno.

En resumen, como resultado del rápido mejoramiento de *triticales* hexaploides principalmente, los logros más sobresalientes durante estos años son (20, 21, 22):

- 1.- Desarrollo de líneas de *triticale* con fertilidad completa, eliminándose así el factor limitante para aumentar los rendimientos por unidad de superficie (actualmente por cada tonelada de grano de trigo recolectado se obtiene una y media tonelada de *triticale* recolectado, esto se debe al mayor tamaño de grano lleno - del *triticale*).
- 2.- El grano arrugado causa de bajo rendimiento - en el peso hectolítrico y en la producción de harina, años atrás, actualmente, ya no existe tal deficiencia, el grano más grande y lleno - del *triticale*, da mayores rendimientos en relación a los obtenidos del trigo harinero.
- 3.- La madurez tardía se ha eliminado por los métodos:
  - a. cruzamiento de diferentes *triticales* y selección por precocidad.
  - b. obtención de líneas insensibles al fotoperíodo pudiéndose lograr cultivos bajo condiciones de días cortos y largos. Es posible que la "tardanza" se daba al centeno, por los que se se-

lecciona líneas de centeno precoces e insensibles al fotoperíodo obtenidas por retrocruzamientos.

- 4.- Introducción de genes de enanismo para disminuir la altura de la planta, pudiendo resistir mayores porcentajes de nitrógeno; eliminándose el problema del acame, el cual lo dio una línea de triticale llamada Cinnamon (14, 17, 93).

En la década de los ochentas (20, 65) se investiga a fondo la producción de triticale octaploide y hexaploide, para lograr aumentar cada vez más líneas con mejores características agronómicas y de calidad industrial. Se cree que la forma octaploide podría dar lugar a un mejor tipo de grano -- con mejores características de panificación y obtención de plantas de hábito semianano y de crecimiento más precoz.

Los ensayos de rendimiento y observación del triticale se llevan a cabo en 52 países, demostrando ser un cultivo capaz de adaptarse a terrenos marginales mejor que sus progenitores, y a condiciones ambientales poco favorables para cualquier cultivo, suelos difíciles y resistencia a enfermedades (19, 21, 24).

En 1973 concluyó Shebeski en un simposio Internacional de Triticale realizado en el CIMMYT (21):

"Hacia 1990 el triticale habrá comenzado a competir seriamente con los trigos harineros y se habrá convertido en uno de los cultivos alimenticios más importantes del mundo".

CAPITULO III  
ESTRUCTURA Y COMPOSICION  
DEL TRITICALE

## CAPITULO III

### ESTRUCTURA Y COMPOSICION DEL TRITICALE

#### 1.- ESTRUCTURA DEL GRANO DE TRITICALE.

Los estudios de microscopía muestran que las características básicas de la superficie del grano del triticale son similares a las del grano de trigo, centeno y cebada.

Los granos del triticale son característicamente más largos que los granos del trigo, el color es más amarillento. Observaciones al microscopio de cortes longitudinales de granos de diferentes cereales, indican que la estructura, distribución y tamaño de las diferentes capas de pericarpio y aleurona son básicamente iguales en trigo, centeno y triticale. En cuanto a la distribución de almidón y proteína en las células del endospermo de trigo, centeno y triticale tampoco se observan diferencias significativas (40).

El grano de triticale tiene una forma peculiar, ovoides, similar con la forma del trigo, conforme el grano se ha llenado; su tamaño es de 6 - 8mm aproximadamente.

En el extremo apical se encuentra un penacho de finos pelos denominado barba; a lo largo de la cara ventral del grano se encuentra un repliegue o surco también llamado arruga, el cual es un arrollamiento de la aleurona y todas las capas envolventes. En el fondo de la arruga hay una zona vascular fuertemente pigmentada, (el grano arrugado de triticale presentó un color oscuro el cual disminuyó conforme se logró el llenado del grano (71, 88, 93).

Existen dos ciclos para la siembra del triticale, - (Estos son igualmente válidos para todos los cereales en gene

ESTRUCTURA ANATÓMICA DEL GRANO DE TRITICALE

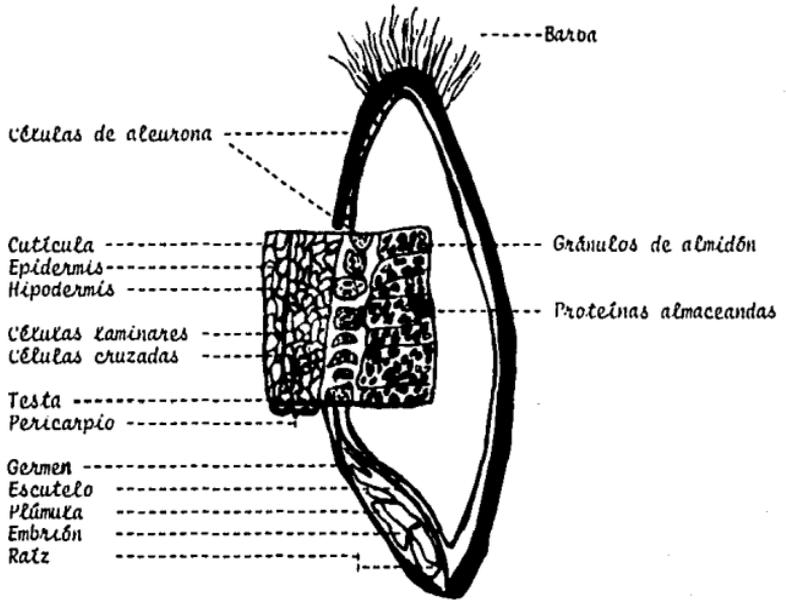


Fig. 1. Sección longitudinal de un grano de triticale  
(X - 16) según Tsen (40)

nal; cuando la semilla se siembra al final del otoño se denomina triticale de invierno, el grano no germina en el otoño y crece despacio hasta la primavera; el cultivo se realiza en las zonas del mundo en las cuales el invierno no es tan crudo y el suelo no se hiela excesivamente; bajo estas condiciones el grano madura más despacio, produciendo mayores rendimientos y un producto de menor contenido proteico. Cuando las zonas donde se cultiva el triticale, las condiciones invernales son demasiado severas, el triticale se siembra en primavera - lo más pronto posible de tal forma que la recolección pueda efectuarse antes de los primeros hielos de otoño; bajo estas condiciones climáticas se favorece la producción de granos de maduración rápida con endospermo de estructura vítrea y de elevado contenido proteico [25].

Los granos en general se clasifican de acuerdo:

- 1.- A la textura del endospermo. Esta característica del grano está relacionada con la forma de romperse el endospermo durante la molienda; de acuerdo a lo mencionado, la textura del endospermo puede ser cristalina o harinosa; Estas características son hereditarias, sin embargo pueden ser influenciadas por las condiciones ambientales, - es decir, el carácter cristalino se puede inducir con abonos nitrogenados o fertilizantes comerciales, el efecto del nitrógeno añadido depende del tiempo de aplicación y de las disponibilidades del suelo. El nitrógeno que absorbe la planta durante las primeras fases de crecimiento aumenta el rendimiento en el grano, pero si lo absorbe después del espigado produce un aumento de proteína en el grano, con la consiguiente mejora en su valor nutritivo y por ende de su calidad panadera. El carácter harinoso se favorece con la pluviosidad elevada, suelos ligeros y arenosos, dependiendo este carácter más de las citadas condiciones que del tipo de grano sembrado. El desarrollo de la calidad harinosa se relaciona con la obtención

de elevados rendimientos, además de ser característico de las variedades que crecen despacio y tienen un largo período para madurar; opuestamente, los granos cristalinos son el resultado de las plantas que crecen y maduran rápidamente. Los granos cristalinos son translúcidos y aparecen brillantes cuando se observan a través de una -- fuerte luz; mientras que los granos harinosos son opacos y aparecen oscuros en condiciones similares, esto se debe al efecto óptico causado por diminutas vacuotas o fisuras llenas de aire que forman superficies reflectantes internas que impiden la transmisión de la luz dando al endospermo una apariencia blanca (40).

Como características molineras, la forma de romper se el endospermo se relaciona con la dureza o blandura del grano. La dureza del grano es una cualidad que los progenitores heredan a su descendencia siguiendo las Leyes de Mendel. El endospermo de los granos duros puede ser de aspecto cristalino o de aspecto harinoso, pero la forma de romperse el endospermo será siempre igual (es posible que la resistencia de las uniones entre sus proteínas determina la naturaleza de esta rotura). Los granos duros dan una harina de tamaño grande, arenosa y fácil de cernir, formada por partículas de forma regular -- que en su mayoría son células enteras de endospermo; la granulosidad de la harina da una idea de la dureza del grano y esto depende la variedad del mismo y no de sus cualidades panaderas; de acuerdo al grado de dureza del grano se clasifica: en extraduro (T. durum), duros (trigo Manitoba), medios (trigo Plate), blandos (trigos europeos). La blandura del grano, es igualmente heredada, y dan una harina muy fina formada por fragmentos irregulares de las células del endospermo y partículas planas -- que se adhieren unas a otras, ciernen con dificultad y -- tienden a obturar las aberturas de los cedazos (40).

2.- Según el contenido de proteína en el grano. De acuerdo a este contenido proteico en el grano, se determina las propiedades de la harina y los usos de la misma; clasificándose los granos en fuertes o débiles. La fuerza de un grano es una característica que se relaciona con sus propiedades panaderas, o sea, la aptitud o capacidad de una harina para producir pan en piezas de gran volumen con miga de buena textura.

Los granos con estas cualidades generalmente tienen un elevado contenido de proteína y se les denominan fuertes; mientras que aquellos granos de los cuales se obtienen pequeñas piezas panarias con miga de estructura basta y abierta, generalmente se caracterizan por un bajo contenido y se les conoce como granos flojos. La harina de estos últimos granos es ideal para la fabricación de galletas, pastas de té, pasteles, bollos, etc.; pero, inadecuados para la elaboración de pan en donde se utiliza la harina de grano fuerte.

Según su fuerza los granos se clasifican en: fuertes (Manitoba), medianos (Plate), flojos (europeos). Un rasgo característico de las harinas procedentes de grano duro, cabe señalar su capacidad para admitir cierta proporción de harinas flojas. para así mantener en el pan, obtenido de la mezcla, ciertas proporciones de su gran volumen y buena estructura de la miga, la posibilidad de absorción y retención de grandes cantidades de agua. La dureza (carácter molinero) y la fuerza (carácter panadero), no están estrechamente unidas genéticamente, sino que parece segregarse por separado. En resumen los granos se pueden clasificar en duros y blandos, o en fuertes o débiles. Los granos cristalinos tienden a ser duros y fuertes, los harinosos blandos y débiles, pero la asociación no es invariable (40). El grano de triticale se clasifica como un grano cristalino blando y débil o flojo.

## 2.- COMPOSICION QUIMICA DEL TRITICALE.

### 1.- PROTEINAS.

#### a. PROTEINAS TOTALES

El alto contenido de proteína total y de lisina en la mayoría de las variedades del triticale en comparación con el trigo, causó un renovante interés hacia el cereal hecho -- por el hombre.

En 1968, los análisis de veinticinco variedades de triticale, recogidas de la cosecha 1968-1969 de Ciudad Obregón Sonora, se analizaron en el Laboratorio de Calidad de Proteínas del CIMMYT bajo la dirección de Evangelina Villegas y colaboradores (89), indicaron contenidos de proteína de Estos - hexaploides cuyo rango varió de 11.8% a 22.5% del peso total del grano, con un nivel promedio de 17.5%. La líneas avanzadas de triticale se seleccionaron antes de su determinación - de proteína de acuerdo a parámetros tales como: adaptación, - mejor rendimiento, mejor grano lleno durante ese año; sin embargo, el rendimiento del triticale fue bastante bajo en relación al rendimiento del trigo y la causa fue la gran producción de grano arrugado de Estos triticales.

Zillinsky y Borlaug (96), reportaron el contenido de proteína de 191 líneas de triticale obtenidas de la cosecha 1969-1970 del CIMMYT en México, cuyo valor fue de 12.8% a 18% y el nivel promedio de 15.4%

En comparación al contenido de proteína del triticale, Este fue superior al contenido de proteína del trigo, - el cual es de 12%, alentando a los investigadores en estas -- primeras pruebas.

Año con año se desplegaron grandes esfuerzos en -- los campos experimentales del CIMMYT y de otras entidades pa-

ra corregir el grano arrugado e incrementar el rendimiento del triticale.

En 1973, la Dra. Villegas enfatizó que el alto contenido de proteína del triticale, se debía a su endospermo mal formado e incompleto lo que exageraba el contenido proteínico en el germen y salvado. Conforme se aumentó el tamaño y llenado del grano mediante mejoramiento genético y selección, el incremento del endospermo almidonoso diluyó el porcentaje del grano como un todo.

En ese mismo año se analizaron 2700 líneas de triticale en el Laboratorio de Calidad de Proteína del CIMMYT, - el intervalo de la proteína total fue de 2.7% a 16.3% del peso total del grano y el nivel promedio de 13.7%

No obstante, la pérdida de proteína en términos de porcentaje de los granos mejorados se compensó gracias al incremento de la producción total de proteína por hectárea. Así en 1968, cuando el rendimiento del mejor triticale era apenas de 2500 Kg/ha y el contenido proteínico promedio de 17%, la producción total de proteína por hectárea era de 425 Kg.

Para 1973, el contenido de proteína había bajado a 13.7%, pero los mejores rendimientos de grano alcanzaban ya - 8000 Kg/ha, lo que daba una producción de proteína total de - 1100 Kg/ha.

Las líneas que alcanzaron este rendimiento fueron las Cínamon las cuales cerraron la brecha por vez primera - entre rendimientos de los mejores trigos y los mejores triticales.

En recientes Ensayos Internacionales varias líneas de primavera con buena adaptación y rendimiento se sembraron en diferentes zonas productoras de cereales en el mundo, las cuales devolvieron la información de rendimientos y los resultados se muestran en el cuadro 1 (72).

CUADRO 1

**PROMEDIO DE RENDIMIENTO (Kg/Ha) EN DISTINTOS SITIOS DEL MUNDO EN QUE SE PROBARON LINEAS DE TRITICALE (Kg/Ha)**

VARIEDAD	1975 -1976	1976-1977
MAPACHE	4483	4057
RAHUM	4451	3847
BACUM	4311	3618
YORENE	4250	3527
LINCE	4217	3817
SIETE CERRÓS (TRIGO HARINERO)	3656	3217
JUPATÉCO (TRIGO HARINERO)	4078	3316

Ref. Peña Bautista 1980 (72)

**b. PROTEINAS TOTALES AFECTADAS POR LOCALIZACION DEL CULTIVO.**

Ruchman y colaboradores (79) en 1973 dirijieron un campo experimental de siembra para triticales en 4 localidades en California, las cuales se extienden en una distancia de más de 60 km de norte a sur. En las parcelas de los campos estándares se utilizó el fertilizante óptimo en nivel requerido por los triticales y de acuerdo a cada localidad, la proteína del grano de triticales y del grano de trigo varió entre las localidades como se reportó en los siguientes resultados del cuadro 2. La mayor variación la presentó el triticales T-1324 cuyo rango fué de 15.4 a 17.1% (CINMVT), debido al cultivo en diferente localidad.

Este ensayo se hizo con variedades de trigos sembradas en las mismas localidades que el triticale, cuyo rango de variación fue de 12.5 a 15.9%, valores ligeramente menores a los obtenidos por los triticales.

CUADRO 2

CONTENIDO DE PROTEINA (%) DEL TRITICALE AFECTADO

ESTADO	CALIFORNIA		
	T-1324	6TA-204	Rosner
FIVE POINTS	15.6	15.6	16.7
DAVIS	15.5	16.9	16.8
TULELAKE	17.1	15.9	16.7
EL CENTRO	15.4	16.2	16.6

Ref. Kuckman, J.E. 1973 (79)

Welsh y Lorenz en 1974 (91) plantaron 3 líneas de triticale de invierno en 6 diferentes localidades bajo condiciones de tierra seca las cuales son sitios de irrigación en Colorado. Las variedades de trigo sembradas en las mismas localidades y bajo las mismas condiciones. El contenido de proteína para ambos cereales mostró igualmente diferencias, la mayor variación fue la del triticale TR-131 con un rango de 15.0 a 19.7%; la variación para el trigo fue nuevamente menor con un rango de 10.7 a 16.3% en relación al triticale; los resultados de este reporte se observan en el cuadro 3.

Estos autores que realizaron las pruebas ya mencionadas concluyeron por separado que el contenido de proteína para triticale como para trigo son afectados por las condiciones agronómicas y climatológicas, pero en mayor grado se afecta el contenido de proteína de los triticales.

CUADRO 3

## CONTENIDO DE PROTEINA (%) DEL TRITICALE AFECTADO

ESTADO	COLORADO		
	TR-131	TR-385	TR-386
AKRON	18.8	12.8	13.2
BURLINGTON	15.0	13.1	14.0
FT. COLLINS	17.6	15.7	16.4
SPRINGFIELD	19.7	17.1	17.2

Ref. Welsh, J. 1974 (91).

## c. COMPOSICION DE LAS PROTEINAS

Chen y Bushuk en 1970 (26) investigaron la naturaleza de las proteínas del triticale, trigo y centeno. Las muestras de una línea de triticale (6A-190) fueron molidas obteniéndose un rendimiento de extracción de harina de 58.9% con un contenido proteico de 9.8%. Las proteínas fueron separadas en base a su solubilidad, encontrándose un 7% de péptidos de bajo peso molecular, 26% de albúmina, 7% de globulinas, 24% de gliadina, 17% de gluteninas solubles en ácido acético y 19% de gluteninas insolubles. Estos autores concluyen que en base a las propiedades de solubilidad, las proteínas del triticale se asemejan a las del centeno que a las proteínas del trigo duro; y son intermedias entre el trigo durum y el centeno. El centeno y el triticale muestran valores menores de nitrógeno recuperado (%) debido a la presencia de material nitrogenado de bajo peso molecular soluble en el extracto salino el cual se perdió al preparar la muestra para la diálisis según Chen y Bushuk.

CUADRO 4

DISTRIBUCIÓN DE PROTEÍNAS SEPARADAS POR SOLUBILIDAD EN DIFERENTES  
ESPECIES DE GRANO.

TOTAL DE PROTEÍNAS EN LA HARINA (%)	A	B	C	D
Fracción soluble en agua.	34.3	12.2	11.9	26.4
Fracción soluble en sal.	10.7	4.7	5.2	6.5
Fracción soluble en alcohol.	19.0	40.7	28.5	24.4
Fracción soluble en ácido acético.	9.4	18.3	16.6	17.3
Residuos.	20.6	23.2	34.0	19.0
% Nitrógeno recuperado.	44.0	99.1	96.2	93.6

A- Centeno.

B- Trigo durum

C- Trigo Rojo Duro de Primavera

D- Triticale

Ref, Chen, C.H. and Bushuk 1970 (26)

Utilizando una técnica de filtración con gel, Chen y Bushuk demostraron que los componentes identificados en los progenitores del triticale se detectaron en el híbrido interespecífico tales como albúmina, globulinas, gliadinas, gluteninas, encontradas en base a peso molecular, solubilidad, movilidad electroforética (28). Estas investigaciones son opuestas a las reportadas por Yong y Unrau en 1964, quienes encontraron varias proteínas nuevas en el grupo de las albúminas por la electroforesis gel-almidón. Yong y Unrau sugirieron para esta determinación, que las nuevas proteínas se debieron a una interacción entre genomas ajenos. (92)

#### d. AMINOACIDOS.

La composición de aminoácidos en el triticale fueron determinados por Chen y Bushuk (28) en la línea de triticale 6A-190. Estos datos coinciden con los datos reportados por Yong y Unrau en la misma línea de triticale analizada anteriormente (92). Ambas determinaciones concluyen para la composición de aminoácidos valores intermedios entre los reportados para el triticale y los reportados para el trigo y centeno. Además, cuando hay un aumento de un aminoácido en una fracción de proteína de triticale, generalmente es compensado por una disminución de algún otro aminoácido en otra fracción de proteína. El cuadro 5 muestra el reporte de la composición de aminoácidos elaborada por Chen y Bushuk. El triticale presenta un buen contenido de arginina, asparagina y lisina, y, cantidades menores de ácido glutámico. Sin embargo los valores de lisina son menores en el trigo durum en relación, y los valores de este último son menores en relación al centeno. Ruckman y colaboradores determinaron la composición de aminoácidos y los valores de lisina coinciden con lo reportado (1973).

El alto contenido de lisina es relevante para la calidad nutritiva del triticale; así como, el bajo contenido de ácido glutámico es significativo para las propiedades funcionales en panificación (26). A pesar de que el contenido de lisina en la líneas del triticale superan al contenido en el trigo, se espera que este contenido aumente mediante la manipulación genética, ya que, el triticale al igual que otros cereales sigue siendo deficiente en lisina. Debido a que el primer aminoácido limitante en cereales es la lisina, se explica la atención del contenido de este aminoácido en el triticale en relación con sus progenitores. Para estimar la calidad proteínica de los triticales, los bioquímicos del CIMMYT emplean un procedimiento rápido para medir el contenido de lisina en muestras de triticale mediante una correlación con la capacidad de absorción de colorante (13, 14, 18, 19, 23).

CUADRO 5

COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN HARINAS DE  
CEREALES. (MICRONOLES DE A.A./mg NITROGENO).

AMINOACIDO	CENTENO	TRITICALE	T. DURUM	T. ROJO DURO PRIMAVERA
AC. ASPARTICO	2.41	2.23	1.89	1.47
TREONINA	1.29	1.34	1.29	1.20
SERINA	1.84	2.17	2.26	2.21
AC. GLUTAMICO	9.77	11.7	13.2	15.7
PROLINA	6.26	6.44	6.56	6.21
GLICINA	2.40	2.70	2.54	2.73
ALANINA	2.15	2.08	1.99	1.84
VALINA	2.10	2.20	2.21	2.11
CISTINA	0.52	0.70	0.60	0.59
METIONINA*	0.68	0.79	0.78	0.65
ISOLEUCINA	1.51	1.74	1.87	1.71
TIROSINA	0.56	0.81	0.80	0.78
FENILALANINA	1.47	1.58	1.80	2.10
LISINA	1.12	1.00	0.85	0.82
HISTIDINA	0.65	0.79	0.83	0.85
ARGININA	1.23	1.43	1.13	1.20
AMONIACO	9.41	10.0	12.5	13.6

Ref. Chen y Bushuk 1970 (26)

En 1973, se analizaron 2700 líneas de triticale en su contenido de proteína (CINMYT), el nivel de porcentaje de lisina varió de 2.7% a 4.4% y su promedio fue 3.7% (90). El nivel de lisina del trigo comercial es de 2.3% aproximadamente, la lisina en el maíz opaco-2 fluctúa en 4.3%, por lo tanto el nivel de lisina

del triticale puede considerarse superior al de los cereales comerciales, mejor que el trigo, mejor que el maíz normal y aproximadamente al nivel de lisina del maíz opaco-2 (41, 42, 97).

## II. CARBOHIDRATOS.

### a. ALMIDÓN.

Las enzimas que sintetizan los compuestos carbohidratos ejercen un control indirecto y sujeto en estos dando lugar a un control genético de los mismos (43). Esto sucede en triticale, trigo, centeno. Como en los cereales, el componente mayoritario en el triticale es el almidón. Klassen y Hill en 1971 extrajeron el almidón del triticale 6A-190, de dos variedades de trigo y una del centeno con el fin de observar sus características y compararlas entre sí. Los resultados se muestran en el cuadro 6, y coinciden con los reportados por Berry y colaboradores quienes los analizaron por separado en el mismo año (43). Ambos concluyeron que el contenido de almidón no presenta diferencias significativas en relación al contenido de almidón del trigo y centeno (9). La característica notable de esta determinación en la harina de triticale fue su baja viscosidad en el amilógrafo, la cual también se reportó por Lorenz en 1972. Esto incitó a varios investigadores para dirigir un mejor y completo estudio de las características amilográficas en almidones aislados, estableciendo que la baja viscosidad en el amilógrafo era debido a la actividad de alfa-amilasa sobre los gránulos de almidón alterando extensamente el almidón de las líneas de triticale investigadas, además, el triticale presentó una mayor actividad enzimática en relación con la actividad enzimática del trigo control. Ambos trigos, Stewart 63, durum y el centeno Prolific presentaron una mayor actividad enzimática que los trigos panaderos usados como control.

De acuerdo a la característica ya citada, el triticale presentó mayor similitud con el centeno que con el trigo [44], confirmando así, las observaciones prematuras hechas por Muntzing en 1963. [4,44,50]

Klassen y Hill [43], determinaron el tamaño promedio de la partícula del almidón del triticale, el cual resultó ser de un tamaño intermedio entre los diámetros de las partículas del almidón del trigo y del centeno, como se muestra en el cuadro 6. Hew and Unrau concluyeron al igual que los investigadores ya citados, que no se encontraron diferencias significativas en características físicas, químicas (exceptuando la baja viscosidad) y estructurales en los almidones del triticales y sus especies progenitoras [35].

CUADRO 6

PROPIEDADES DERIVADAS DE LAS HARINAS DE TRITICALE, TRIGO, CENTENO Y  
COMUNES AL PAN DE TRIGO

MUESTRA	A	B	C	D	E
MANITOU	72.0	390	18.7	62.9	23.7
STEWART 63	73.3	290	21.8	56.1	30.1
CENTENO PROLIFIC	72.3	70	28.2	59.6	30.1
TRITICALE 6A-190	73.8	30	25.1	61.5	28.9

A - ALMIDÓN %

B - VISCOSIDAD DEL ANILOGRAFO (BU)

C - DIAMETRO PROMEDIO DE LA PARTICULA ( $\mu$ m)

D - TEMPERATURA DEL PUNTO DE EBULLICION BIREFRINGENCIA °C

E - AMILOSA EN EL ALMIDÓN %

Ref. Klassen y Hill 1971 [43]

b. AZUCARES.

Todos los triticales hexaploides analizados por Vaisey y Uhrau [83], contienen gran cantidad de carbohidratos totales solubles en alcohol etílico, pareciéndose más al contenido de carbohidratos del centeno variedad Fourx que a los contenidos en el trigo Rojo Duro de Primavera Selkirk y a los contenidos en el trigo Durum Stewart. Estos datos se presentan en el cuadro 7 [87].

CUADRO 7

CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN ALCOHOL ETILICO AL 80%

% DEL TOTAL DE COMPONENTES DE AZUCARES.

VARIEDAD	A	B	C	D	E	F
SELKIRK	16.7	1.2	0.9	15.5	3.9	78.6
STEWART	11.4	7.6	2.1	22.8	8.8	58.7
FOUREX	27.0	2.3	1.8	15.3	5.3	75.2
6A-20.1	26.7	4.8	5.4	25.1	2.9	61.8
6A-20.2	25.3	3.8	5.3	30.2	5.0	55.7
6A-67.2	25.7	7.8	4.5	28.1	5.7	53.7
8A-112	13.3	2.8	2.5	20.7	4.5	69.4
8A-125	21.2	1.5	1.9	26.0	6.3	64.2
4B-249	20.3	0.1	1.9	23.3	7.7	67.1

A - TOTAL DE AZUCARES SOLUBLES mg/g HARINA

B - FRUCTOSA

C - GLUCOSA

D - SACAROSA

E - MÁLTOSA

F - OLIGOSACARIDOS

Ref. Vaisey and Uhrau 1964 [87].

El elevado contenido de azúcares solubles en los triticales hexaploides se debe principalmente a su elevado contenido en sacarosa, el cual se observa también en el trigo durum. En todas las variedades de cereales, los oligosacáridos constituyen la mayor parte de los componentes solubles en alcohol [etílico]. El extracto de la hidrólisis de estos componentes producen glucosa — como único azúcar, por lo que ni unidades de sacarosa y fructuosa se detectan para la formación de moléculas de oligosacárido. Vaisey y Unrau (87) separaron por cromatografía de papel a estos oligosacáridos y encontraron maltotriosa, maltotetrisa, maltopentosa, como unidades. Probablemente éstas sean fracciones intermedias en la síntesis del almidón o fracciones de rompimiento enzimático.

Klassen y Hill (43), realizaron una investigación sobre el contenido de azúcares reductores durante el desarrollo del triticale y del trigo Manitou. La cantidad de azúcares reductores — fué regularmente constante durante el desarrollo de los granos del trigo Manitou. En el triticale 6A-190 el contenido de azúcares reductores se incrementa al paralelo que incrementaba la actividad de alfa-amilasa. Durante todo el desarrollo del grano de triticale el contenido de azúcares fué mayor que en el trigo; reflejándose en los valores de azúcares reductores la diferencia de la actividad alfa-amilasa. El promedio de azúcares reductores en las semillas maduras del triticale fué de 2.65 mg/g, mientras que el valor del trigo Manitou fué de 1.23 mg/g.

#### c. PENTOSANOS.

La composición de los pentosanos en el triticale hexaploide de 6A-190, la composición de pentosanos en el trigo durum Stewart-63, la composición de pentosanos del centeno Prolific y la del trigo Duro Rojo de Primavera Manitou, fueron determinadas por Heinrich y Hill (34).

Estos investigadores concluyeron que la composición en el-triticale y Stewart 63 contienen igual cantidad de pentosanos solubles

en agua. La relación arabinosa-xylosa en el *triticale* es mayor que en las otras muestras analizadas. Fraccionando los pentosanos en DEAE celulosa (resina utilizada dietilaminoetil celulosa en cromatografía de intercambio iónico) (49), obtuve ron 4 fracciones con diferente contenido de carbohidratos. Sin embargo se estableció una similitud entre los pentosanos del *triticale* y los contenidos en el trigo durum y centeno.

### III. LIPIDOS.

#### a. COMPOSICION DE LIPIDOS.

Los lípidos del *triticale* se determinaron y compararon con trigo y centeno por Chung y Tsen (29). Las muestras de trigo y centeno fueron seleccionadas de diferentes áreas de Kansas, mientras que los *triticales* se seleccionaron indistintamente de México o Kansas. Ambos tipos de lípidos; ligados y libres, se extrajeron de harinas de grano entero y de harinas de endospermo. El origen de las muestras y las cantidades extraídas de lípidos ligados y de lípidos libres se presentan en el cuadro 8. Chung y Tsen reportaron que los *triticales* cultivados en México dieron valores más altos en el total de lípidos extraídos tanto en harinas de grano entero como en harinas de endospermo. El trigo y el centeno mostraron valores similares cada uno entre sí en el total de lípidos extraídos en harinas de grano y en harinas de endospermo. A excepción de los *triticales* mexicanos, el resto de harinas de grano entero y de harinas de endospermo contienen mayor cantidad de lípidos libres - que de lípidos ligados, y las harinas de endospermo de trigo - contienen más lípidos libres en relación a las demás. Chung y Tsen, señalaron que la cantidad total de lípidos en estos cereales dependió de la clase de grano y de su localización del cultivo; mientras que la composición de lípidos en las harinas de endospermo en estos cereales parece estar más bien afectadas

por las características de molienda del grano. Estos investigadores concluyeron que la composición de los lípidos en los triticales no es intermedia a la composición de lípidos de sus progenitores trigo y centeno; los triticales presentaron mayor cantidad de fosfolípidos ligados que los que presentó en el trigo, lo cual es una característica que heredó del centeno.

CUADRO 8

CONTENIDO DE LÍPIDOS DE HARINAS DE TRITICALE, TRIGO Y CENTENO

<u>‡ DE LÍPIDOS (d. b.)</u>			
<u>MUESTRA</u>	<u>LIBRE</u>	<u>LIGADO</u>	<u>TOTAL</u>
<u>TRITICALE:</u>			
	<u>HARINA DE GRANO ENTERO</u>		
BRONCO-MEXICO	2.17 (47.1)	2.44 (52.9)	4.61
ARMADILLO-MEXICO	2.05 (44.5)	2.56 (55.5)	4.61
KANSAS # 385	1.70 (53.5)	1.49 (46.7)	3.19
KANSAS # 419	1.75 (54.3)	1.47 (45.7)	3.22
<u>CENTENO:</u>			
ELBON	1.99 (56.9)	1.51 (43.1)	3.50
BALBO	1.86 (53.4)	1.62 (46.6)	3.48
<u>TRIGO:</u>			
EAGLE	1.99 (56.9)	1.51 (43.1)	3.50
SCOUT	1.96 (57.5)	1.45 (42.5)	3.41

LOS VALORES ENTRE PARENTESIS SON EL PORCENTAJE DEL TOTAL DE LÍPIDOS EXTRAIDOS.

Ref. Chung and Tsen 1974 (29).

CUADRO 8

CONTENIDO DE LÍPIDOS DE HARINAS DE TRITICALE, TRIGO Y CENTENO

g DE LÍPIDOS (d.b.)

MUESTRA	LIBRE	LIGADO	TOTAL
<b>TRITICALE:</b>			
	<b>HARINA DE ENDOSPERMO</b>		
BRONCO-MEXICO	0.89 (39.7)	1.35 (60.3)	2.24
ARMADILLO-MEXICO	0.96 (50.3)	0.95 (49.7)	1.91
KANSAS # 385	0.76 (43.2)	1.00 (56.8)	1.76
KANSAS # 419	0.73 (42.4)	0.99 (57.6)	1.72
<b>CENTENO:</b>			
ELBON	0.70 (52.6)	0.63 (47.4)	1.33
BALBO	0.78 (50.0)	0.78 (50.0)	1.56
<b>TRIGO:</b>			
EAGLE	0.95 (60.5)	0.62 (39.5)	1.57
SCOUT	0.92 (60.1)	0.61 (39.9)	1.53

LOS VALORES ENTRE PARENTESIS SON EL PORCIENTO DEL TOTAL DE LÍPIDOS EXTRAÍDOS

Ref. Chung and Tsen 1974 (29)

b. ACIDOS GRASOS LIBRES

La composición de ácidos grasos libres en el triticale y variedades de trigo cultivadas en el mismo lugar fueron reportadas por Lorenz y Maga (53). Estos datos se presentan en el cuadro 9.

Los ácidos grasos identificados fueron: mirístico, pentadecánico, palmítico, estearico, oleico, linoleico y linolénico. Klyshkina y colaboradores en 1970, determinaron esta composición, coincidiendo los resultados con los obtenidos posteriormente por Lorenz y Maga; concluyendo entonces que el porcentaje de la composición de harinas entre triticale y sus progenitores es similar.

CUADRO 9

COMPOSICION PRINCIPAL DE ACIDOS GRASOS EN HARINA DE TRIGO Y EN HARINA DE TRITICALE.\*

ACIDOS GRASOS	TRITICALE				TRIGO
	PRIMAVERA		INVIERNO		INVIERNO
	6TA-204	6TA-206	TR-385	TR-386	SCOUT
MIRISTICO (C-14)	1.0	0.4	0.7	0.8	1.4
PALMITICO (C-16)	18.0	19.2	19.3	18.2	19.8
ESTEARICO (C-18)	0.6	0.6	1.3	1.1	1.2
OLEICO (C-18:1)	10.0	11.7	12.8	11.5	12.4
LINOLEICO (C-18:2)	62.8	60.6	59.3	62.3	62.5
LINOLENICO (C-18:3)	6.7	6.6	6.5	5.0	2.3

\* EXPRESADO COMO % DE LA COMPOSICION TOTAL DE GLICERIDOS.

Ref. Lorenz y Maga 1972 (53)

c. n-HIDROCARBUROS.

Lorenz y Maga reportaron la composición de n-hidrocarburos en las harinas de triticale y trigo (53). Las harinas de am-

Los cereales mostraron una composición cualitativa de n-hidrocarburos igual, pero con una diferencia cuantitativa. Los triticales de primavera presentaron un elevado porcentaje de n-hidrocarburos de cadena corta (C-7 a C-11) en su harina en comparación con el trigo. Tanto para el triticale como para el trigo, más del 30% de la distribución total de n-Hidrocarburos la componen C-16, C-17 y C-18. Al comparar el total de áreas de los picos presentados por los n-hidrocarburos de la harina de triticale y de la harina de trigo, Lorenz y Haga concluyeron que el total de n-hidrocarburos de la harina de triticale fue aproximadamente igual a los presentados en la harina de trigo.

#### IV. MINERALES.

El análisis químico de las harinas de triticale lo realizaron Berry y colaboradores (9); Klassen y Hill (43); Lorenz y Welsh (55); por separado y otros más, quienes reportaron un alto contenido de cenizas en el triticale en relación con el trigo durum, indicando un alto contenido de minerales en el primero, aunque, en la extracción de harina de triticale los rangos de cenizas fueron menores a los encontrados en la harina de trigo. El estudio de los elementos minerales se realizó en dos variedades de triticale de primavera (6TA-204 y 6TA-206), en dos variedades de triticale de invierno (TR-385 y TR386), tanto en grano como en harina y sus fracciones de molienda, por Lorenz y colaboradores (55). Los resultados de este estudio se muestran en el cuadro 10. Los elementos minerales no se encuentran uniformemente distribuidos en el triticale, en el trigo y en el centeno. En general el salvado contiene mayor porcentaje de calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro, cobre, cinc; la harina de triticale contiene el menor porcentaje de los minerales arriba citados. Esto concuerda con la distribución general de cenizas reportada para el trigo.

## CUADRO 10

 COMPOSICIÓN DE MINERALES EN TRITICALE Y FRACCIONES DE  
 MOLIENDA DEL TRITICALE ( BASE SECA )

	CENIZAS	Mn	Fe	Cu	Zn
GRANO	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
6TA-204	1.76	57.4	44.7	9.8	24.4
6TA-206	2.28	63.2	46.4	3.2	27.6
TR-385	1.98	48.6	57.0	13.8	24.5
TR-386	1.93	56.0	54.0	5.3	18.0
HARINA					
6TA-204	0.53	12.9	8.8	3.2	3.6
6TA-206	0.63	12.9	10.0	3.2	5.0
TR-385	0.53	12.9	14.8	3.2	2.9
TR-386	0.51	12.9	13.4	3.2	4.2
SALVADO					
6TA-204	3.83	125	113	14.1	59.8
6TA-206	3.99	157	129	12.5	72.9
TR-385	4.26	178	184	18.1	50.3
TR-386	4.21	182	164	15.6	57.4
GRANILLO					
6TA-204	1.83	86.8	53.4	7.4	28.9
6TA-206	1.49	86.7	53.7	8.4	35.5
TR-385	2.00	72.4	88.2	9.7	20.9
TR-386	2.18	79.7	76.2	4.9	22.4

COMPOSICION DE MINERALES EN TRITICALE Y FRACCIONES DE  
MOLIENDA DEL TRITICALE ( BASE SECA )

	CENIZAS	K	Mg	Ca	P	Na
GRANO	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)
6TA-204	1.76	0.430	0.183	0.033	0.465	55
6TA-206	2.28	0.508	0.198	0.035	0.444	43
TR-385	1.98	0.459	0.191	0.032	0.437	29
TR-386	1.93	0.432	0.184	0.036	0.534	57

HARINA

6TA-204	0.53	0.116	0.030	0.018	0.173	46
6TA-206	0.63	0.184	0.030	0.029	0.190	45
TR-385	0.53	0.144	0.034	0.013	0.191	30
TR-386	0.51	0.165	0.041	0.035	0.216	33

SALVADO

6TA-204	3.83	1.064	0.723	0.054	0.276	82
6TA-206	3.99	1.077	0.521	0.061	0.243	60
TR-385	4.26	0.840	0.775	0.063	0.462	58
TR-386	4.21	1.003	0.422	0.044	0.373	42

GRÁNILLO

6TA-204	1.83	0.455	0.164	0.034	0.348	52
6TA-206	1.49	0.369	0.159	0.036	0.442	40
TR-385	2.00	0.437	0.199	0.039	0.644	53
TR-386	2.18	0.458	0.203	0.042	0.436	41

Ref. Lorenz, K. 1974 (55)

El contenido de cenizas se relacionó con la cantidad de elementos minerales presentes. El triticale demostró ser una buena fuente de hierro. En comparación con la composición de minerales en el triticale, centeno, trigo durum, el primero indicó contener una elevada cantidad de elementos minerales principales: potasio, fósforo y magnesio; al igual que presentó una elevada cantidad de elementos minerales menores: manganeso, hierro y cinc; que los encontrados en el trigo. Por lo que Lorenz y Welsh concluyeron que los granos de triticale, narina y fracciones de molenda: salvado y granillo, son una buena fuente de minerales. Los resultados de este estudio se muestran en el cuadro 11.

CUADRO 11

CONTENIDO DE MINERALES DE DIFERENTES GRANOS DE CEREALES.

ELEMENTO MINERAL	A	B	C	D
K (%)	0.414	0.494	0.520	0.437
P (%)	0.344	0.370	0.380	0.487
Mg (%)	0.180	0.186	0.130	0.190
Ca (%)	0.037	0.034	0.070	0.033
Na (ppm)	30	50	20	45
Mn (ppm)	38	32	75.2	55.4
Fe (ppm)	44	40	100	51.5
Cu (ppm)	5.1	4.8	8.8	7.3
Zn (ppm)	24	30	34.3	26.1
Se (ppm)	0.50	0.69	----	----

A - TRIGO ROJO DURO DE PRIMAVERA

B - TRIGO DURUM

C - CENTENO

D - TRITICALE

Ref. Lorenz, K. 1974 (55).

## V. VITAMINAS

Las vitaminas contenidas en dos variedades de triticale de primavera 6TA-204 y 6TA-206; y en dos variedades de triticale de invierno TR-385 y TR-386 fueron reportadas en 1976 por Michela y Lorenz (52). Estos datos fueron comparados con los que se obtuvieron de un trigo de primavera y un centeno de primavera cuadro 12. La composición de vitaminas en el triticale y sus progenitores se determinaron en el grano, harina, salvado, granillo. Esta composición de vitaminas en el triticale es similar a la del trigo o ligeramente mayor en relación al centeno. En el contenido de algunas vitaminas como biotina, ac. fólico y vitaminas B<sub>6</sub> es ligeramente mayor a las contenidos en sus progenitores.

CUADRO 12

CONTENIDO DE VITAMINAS EN EL TRITICALE, TRIGO, CENTENO,  
Y EN SUS FRACCIONES DE MOLTIENDA ( g/g, b.s.)

	TRIGO	TRITICALE INVIERNO	TRITICALE PRIMAVERA	CENTENO		
	"CHRIS"	TR-385	TR-386	6TA-204	6TA-206	PROLIFIC
GRANO						
TIAMINA	9.9	9.8	8.7	9.0	9.5	7.7
RIBOFLAVINA	3.1	2.5	4.1	2.5	3.3	2.9
NICOTINAMIDA	48.3	17.9	16.3	16.0	15.6	15.3
BIOTINA	0.056	0.067	0.062	0.066	0.63	0.054
FOLACINA	0.56	0.59	0.61	0.77	0.70	0.49
AC. PANTOTENICO	9.1	6.5	6.8	8.3	8.8	6.3
VITAMINA B	4.7	4.2	5.0	4.4	4.8	3.4

Ref. Michela and Lorenz, 1976 (52).

## CUADRO 12

(CONTINUA)

	TRIGO TRITICALE INVIERNO TRITICALE PRIMAVERA CENTENO					
	"CHRIS"	TR-385	TR-386	6TA-204	6TA-206	PROLIFIC
<b>HARINA</b>						
TIAMINA	0.7	0.2	0.4	0.3	0.3	0.8
RIBOFLAVINA	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
NICOTINAMIDA	9.5	6.5	6.5	7.6	7.0	8.8
BIOTINA	0.013	0.012	0.010	0.011	0.008	0.011
FOLACINA	0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.13
AC. PANTOTENICO	2.5	2.4	2.4	3.3	2.7	2.7
VITAMINA B	0.48	0.43	0.44	0.35	0.36	0.46
<b>SALVADO</b>						
TIAMINA	13.2	12.5	11.8	12.0	12.8	9.3
RIBOFLAVINA	5.5	5.1	5.5	4.5	4.4	4.1
NICOTINAMIDA	171.4	58.2	58.2	57.3	58.4	27.4
BIOTINA	0.162	0.123	0.120	0.122	0.129	0.119
FOLACINA	1.59	1.32	1.20	1.68	1.50	0.83
AC. PANTOTENICO	31.7	19.9	18.5	19.2	18.3	10.9
VITAMINA B	13.0	8.5	9.0	12.0	9.5	6.6
<b>GRANILLO</b>						
TIAMINA	10.1	5.2	4.7	9.0	8.5	4.0
RIBOFLAVINA	1.8	1.8	1.6	2.3	2.4	2.8
NICOTINAMIDA	23.5	14.4	13.7	17.1	16.9	18.0
BIOTINA	0.055	0.046	0.045	0.047	0.051	0.078
FOLACINA	0.59	0.33	0.25	0.56	0.55	0.72
AC. PANTOTENICO	7.0	5.0	4.6	6.9	6.9	9.1
VITAMINA B	5.3	3.4	2.5	4.7	3.8	3.7

Ref. Michela and Lorenz, 1976 (52).

## VI. ENZIMAS E INHIBIDORES DE ENZIMAS.

### a. AMILASAS.

Como su progenitor centeno, el triticale tiene una gran actividad de la enzima amilasa. Klassen y Hill en 1971, analizaron (44) 8 líneas de triticale con un grado de arrugamiento variable. Se correlacionó directamente la actividad de la alfa-amilasa con la densidad y el grado de arrugamiento del grano. Las líneas que mostraron mayor actividad de alfa-amilasa representaron a los peores granos, confirmando estas observaciones con lo reportado prematuramente por Kaltsikes y Larter en 1970. Welsh y Lorenz (91), determinaron que la actividad de alfa-amilasa se influye enormemente por las condiciones agronómicas y climatológicas, mediante un estudio — realizado en triticales de primavera y triticales de invierno; Estos se cultivaron y cosecharon en el mismo lugar por dos años consecutivos. La actividad de la alfa-amilasa se determinó por el amilógrafo. Los triticales de primavera 6TA-204 y 6TA-206; y los triticales de invierno TR-385 y TR-386 se cultivaron en terrenos experimentales irrigados; produciendo valores de BU de 840 o menores, indicando la elevada actividad enzimática de la harina en los triticales; mientras que el trigo control produjo invariablemente valores de BU de 2000+.

Frecuentemente es necesario corregir la baja actividad de alfa-amilasa en las harinas de trigo por los molinos y panaderos. El problema con el triticale es justamente el contrario, donde la actividad de alfa-amilasa nos indica las cualidades panaderas de la harina de centeno heredada a la harina de triticale, observándose en los panes de triticale el efecto pronunciado en la calidad de éstos, estableciéndose un criterio sobre la calidad de la harina de triticale. Una elevada cantidad de alfa-amilasa transforma demasiado almidón en sustancias tipo dextrinas, las que durante la panificación hacen de la miga de pan débil y pegajosa.

b. PROTEASAS.

Madl y Tsen (57, 58) estudiaron la actividad proteolítica de los triticales en comparación con la actividad proteolítica de los trigos. Las muestras de trigo y centeno fueron de Kansas, los triticales fueron cultivados en Kansas y México, éstos se seleccionaron y determinaron el contenido de -- proteína de cada cereal. Se analizó la actividad proteolítica en el grano entero, harina y salvado en las muestras de cada cereal. Los resultados obtenidos muestran una mayor actividad proteolítica en la harina de centeno que en la harina de trigo, este mismo resultado se reportó en las harinas de triticale cultivadas en Kansas. Las harinas de triticale cultivadas en México reportan la misma actividad proteolítica que la de las harinas de centeno. Los ensayos realizados por Madl y Tsen revelaron una actividad proteolítica mayor en las fracciones de salvado que en las harinas de los cereales analizados, guardando la misma tendencia por el centeno y el triticale a una mayor actividad proteolítica que en los trigos. Concluyendo que la actividad proteolítica de las fracciones de molienda se incrementa conforme el contenido de proteína aumente en las fracciones.

c. INHIBIDORES DE PROTEINASAS.

En un estudio hecho por Madl y Tsen (59) se extrajeron inhibidores de tripsina y quimiotripsina del triticale, trigo y centeno en sus harinas. El contenido de éstos inhibidores es intermedio entre los contenidos en trigo y centeno; la harina de trigo contiene mayor cantidad de inhibidores quimiotripsina y la harina de centeno contiene mayor cantidad de inhibidor tripsina.

La tripsina inhibidora es térmicamente estable a 100°C por una hora; mientras que el inhibidor de quimiotripsina es térmicamente inestable a 70°C por 10 min.

Los productos de grano no se consumen sin algún tipo de procesamiento térmico, por lo que la inactividad o la mayor parte de su inactividad de estos inhibidores no implica mayor problema.

## VII. COMPONENTES MENORES.

### a. ACIDOS FENOLICOS.

Con frecuencia se han encontrado ácidos fenólicos en el grano de trigo, en el de centeno y en el de triticale así como en sus respectivas harinas. Lorenz y Maga [53], realizaron un estudio sobre la distribución cualitativa y cuantitativa de los ácidos fenólicos presentes en muestras de trigo y triticale. Se ha responsabilizado a los ácidos fenólicos como contribuyentes de sabores rancios, agrios, astringentes, característicos en la harina y en las fracciones de molienda. La composición de ácidos fenólicos en las harinas de trigo y triticale se muestran en el cuadro 12. Los ácidos fenólicos predominantes incluyen vanílico, ferúlico y p-cumárico.

CUADRO 12

COMPOSICION DE ACIDOS FENOLICOS EN HARINAS DE TRIGO Y TRITICALE (ppm).

AC. FENOLICOS	TRITICALES				
	PRIMAVERA		INVIERNO		TRIGO DE INVIERNO SCOUT
	6TA-204	6TA-206	TR-385	TR-386	
p-Hidroxibenzoico	12	10	10	7	6
Salicílico	4	5	5	5	4
Vanílico	34	35	42	37	39
p-Cumárico	31	36	36	28	23
O-Cumárico	7	8	12	10	8

CUADRO 12

(CONTINUA)

AC. FENOLICOS	6TA-204	6IA-206	TR-385	TR-386	SCOUT
Iso-ferúlico	4	4	6	5	4
Ferúlico	27	30	25	26	32
Sinápico	10	12	8	9	15
Siringico	5	5	6	5	5

Ref. Lorenz and Maga 1972 (53)

En las fracciones de molienda Lorenz y Maga, reportaron un mayor nivel de ácidos fenólicos en el salvado que en la harina del triticale; el grano entero y granillo de la fracción de molienda contienen estos compuestos fenólicos en cantidades intermedias en relación a las encontradas en la harina y salvado. Los investigadores citados concluyeron que los mismos compuestos fenólicos que se encuentran en la harina de trigo se detectaron en la harina de triticale, pero cuantitativamente el contenido total de éstos compuestos es ligeramente mayor en la harina de triticale.

#### b. COMPUESTOS CARBONILOS.

La composición de carbonilos de cadena corta en harinas de trigo y triticale fue reportada por Lorenz y Maga (53), y sus datos obtenidos se muestran en el cuadro 13. La misma composición cualitativa se presenta en las harinas de ambos cereales, no siendo así en los valores cuantitativos.

Se ha aceptado, sin embargo, que los aldehídos y cetonas tienen un papel importante en la producción del sabor en el producto final. Las harinas de triticale contienen un total de aldehídos y cetonas mayor que el contenido de éstos en la harina de trigo.

Esto en parte puede ser responsable del distinto sabor del pan horneado elaborado con harina de triticale en comparación con el pan horneado elaborado con harina de trigo. Sin embargo, el sabor de los productos horneados no depende en exclusiva de los ingredientes contenidos en la formulación, ya que los componentes formados se encuentran bajo un constante cambio de condiciones tales como humedad, pH, temperatura en el proceso de horneado etc.

CUADRO 13

COMPOSICION DE CARBONILOS DE CADENA CORTA EN LAS HARINAS DE TRIGO Y TRITICALE. \*

COMPUESTOS	TRITICALES				
	PRIMAVERA		INVIERNO		TRIGO INVIERNO
	6TA-204	6TA-206	TR-385	1R-386	SCOUT
ETANOL	6.9	16.2	7.3	15.0	5.9
PROPANOL	2.1	7.5	2.3	9.0	4.9
ACETONA	22.4	16.0	19.8	12.0	12.5
BUTANOL	5.2	8.7	11.4	13.8	7.2
2-BUTANONA	15.6	12.7	14.4	17.0	29.0
PENTANOL	32.0	23.6	5.1	15.1	9.8
2-PENTANONA	10.0	3.4	6.8	6.6	12.1
HEXANOL	3.8	8.0	10.3	7.6	10.8
HEPTANOL	2.0	3.9	17.6	3.9	7.8

\* EXPRESADO COMO % DE LA COMPOSICION TOTAL DE GLICERIDOS.

Ref. Lorenz and Maga 1972 (53)

CAPITULO IV

ASPECTOS NUTRITIVOS Y CALIDAD

INDUSTRIAL DEL TRITICALE

## CAPITULO IV

### ASPECTOS NUTRITIVOS Y CALIDAD INDUSTRIAL DE LA HARINA DE TRITICALE.

#### 1.- ASPECTOS NUTRITIVOS DE LA HARINA DE TRITICALE.

En el capítulo anterior, se presenta la composición química del triticale, observando esta podemos concluir que dicho cereal es una buena fuente de alimento, con futuro a desplazar al trigo.

En la determinación del aspecto nutritivo de un alimento es necesario conocer su composición química, en el triticale esta reporta mejores valores en general en proteína total, composición de los aminoácidos que la componen, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas, en relación a la composición química de sus progenitores

En el mundo actual el aporte energético para un niño, mujer u hombre varía de acuerdo a su edad, estatura, gasto físico entre otras, pero se podría aventurar y señalar que estas varían desde 120Kcal/Kg para un recién nacido, a unas 2300kcal/Kg para una mujer adulta, y 3220Kcal/Kg para un hombre adulto (ingestiones recomendadas por la FAO) [8], si este aporte no es proporcionado por los carbohidratos, el organismo las sustituye desdoblando proteínas o grasas; de ahí los problemas de la nutrición del individuo.

Las proteínas en el organismo tienen entre otras funciones, la de restauración y formación de tejidos, órganos, etc. por lo que la importancia de su ingesta es obvia, sin embargo en las dietas humanas y sobretodo en los países pobres y subdesarrollados es la proteína el nutriente más deficiente. Según la FAO el suministro diario de proteína es de 2g/Kg, siempre y cuando se trate de una proteína de buena calidad.

Las vitaminas y minerales son sustancias orgánicas, - inorgánicas, respectivamente, las cuales son necesarias en can- tidades catalíticas para el funcionamiento normal de las cel- las vivas (8). Ahora bien, mencioné anteriormente la necesidad de proteínas de buena calidad. Para determinar el valor nutri- tivo de una proteína alimenticia, es necesario analizarla cu- an- titativamente y cu- alitati- vamente. La calidad biológica de cu- al- quier pro- teína se refiere a su contenido y balance de aminoácidos esenciales, éstos son componentes de la proteína que no pue- den ser sintetizados por los organismos de los humanos y otros- animales monogástricos, y por lo tanto deben ser suministrados - por la dieta en los alimentos (8).

En los niños y las ratas los aminoácidos esenciales re- queridos son 10, mientras que en los adultos son 8 los aminoácidos indispensables. En el cuadro 13 se muestra la clasificación de los aminoácidos (8).

CUADRO 13

AMINOÁCIDOS.

ESENCIALES.	NO ESENCIALES.
LEUCINA	ALANINA
ISÓLEUCINA	GLICINA
LISINA	SERINA
METIONINA	PRÓLINA
VALINA	HIDROXIPROLINA
TREONINA	CISTINA
TRIPTOFANO	TIROSINA
FENILALANINA	AC. GLUTAMICO
ARGININA	AC. ASPARTICO
HISTIDINA	

Los aminoácidos esenciales para los niños y las ratas son Arginina e Histidina. (8)

En el triticale como en otros cereales el primer aminoácido limitante, es decir el que más falta, es la lisina, de esto resulta que el porciento de lisina en la proteína de los cereales y en el triticale, en cuestión, constituya el indicador de la calidad proteínica. El triticale contiene lisina significativamente superior a el contenido de los trigos comerciales, al del maíz y similar al contenido del maíz ópaco-2 (90). Los cereales son la fuente principal de energía y proteína de la población mundial en desarrollo. Entre los más importantes desde el punto de vista de producción están el trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno, sorgo y mijo, los cuales se destinan principalmente para la alimentación humana, de animales y usos industriales. Debido a que los cereales producen una mayor ganancia monetaria por hectárea, las áreas dedicadas al cultivo de cereales están desplazando a las dedicadas al cultivo de leguminosas, principalmente en el Sur de Asia (39). Consecuentemente cualquier mejora en el valor nutritivo de las proteínas de los cereales rendirá en el mejor desarrollo del hombre y de los animales. Los pueblos en desarrollo tratan de complementar sus deficiencias alimenticias con proteínas vegetales provenientes principalmente de los granos de cereales los cuales como ya se mencionó tienen buena cantidad de proteína pero deficientes en ciertos aminoácidos. En la obtención de alimentos vegetales de alto valor nutritivo se presentan problemas tales como (38):

- 1.- Adicionar los aminoácidos faltantes en la proteína.
- 2.- Elaborar productos vegetales de alto valor nutritivo y aceptables para el consumo humano.
- 3.- Obtener los productos antes descritos a bajo precio.

Los diferentes grupos de investigación han tratado de mejorar la calidad de las proteínas vegetales por (38):

- 1.- Mejoramiento genético.
- 2.- Suplementación por la adición de aminoácidos en forma pura o concentrados de proteínas de diferentes fuentes animales y vegetales.

La Dra Evangelina Villegas (99) está a cargo de la evaluación química y nutricional del grano del triticale en el CINAVT (México). La selección de mejor calidad de proteína se realiza por un rápido análisis DBC (dye binding capacity); este análisis identifica líneas con un alto contenido de proteína o de lisina al reportar un valor alto de DBC (dye binding capacity).

Para evaluar una proteína, el primer paso a seguir es su determinación cuantitativa cruda o total por métodos aprobados (tamaño, propiedades de solubilidad, carga eléctrica, cromatografía de intercambio iónico, etc.). El segundo paso es la estimación de los aminoácidos que componen la proteína. El valor biológico de una proteína depende del contenido de aminoácidos esenciales y de su relación con los requerimientos nutricionales (49). El aminoácido esencial en el cual una proteína es deficiente, se conoce como el primer aminoácido limitante en la dieta humana, el siguiente aminoácido limitante y si existen más aminoácidos esenciales carentes se le denomina de acuerdo al lugar que ocupan progresivamente (8). Con relación al contenido de lisina en el grano de triticale se estabilizó como porcentaje de la proteína en 3.4%; en el trigo comercial el nivel de lisina es de 2.3% de la proteína; en el maíz opaco-2 el nivel es de 4.4% de lisina en la proteína; sin embargo, a pesar de tener un nivel de lisina superior al trigo, al del maíz normal y aproximarse al del nivel del maíz opaco-2, el triticale sigue siendo deficiente en lisina (89,90).

El valor nutritivo de las líneas de triticale se estudió por varios investigadores en animales, tales como ganado de carne, de leche, cerdos, aves y animales de laboratorio (36, 42, 45, 96). Los bioensayos de laboratorio, ensayos de alimentación para probar la respuesta del crecimiento de animales de prueba, han demostrado que el triticale posee valores nutritivos superiores por unidad de proteína, comparándolo con el trigo, maíz normal.

Las respuestas en crecimiento de pequeños mamíferos y pollitos, frecuentemente difieren de los valores calculados en el análisis

sis químico de los alimentos. Esto se debe a factores tales como: preferencia de los animales por algún alimento, palatabilidad, cantidad de alimento ingerido, diferencia en los requerimientos nutritivos en los animales, la ganancia del peso no siempre se debe a la proteína tisular, las proteínas que no permiten el crecimiento pero, sin embargo, son de algún valor, no se pueden estimar, presencia de inhibidores, si es que los hay, de crecimiento en la dieta (8,36). Por todo esto, se han realizado estudios comparativos de evaluación biológica de cereales, utilizando diferente animales en distintas instituciones, con el objeto de encontrar el animal que se adapte mejor a los ensayos en la evaluación de muestras pequeñas de cereales (45).

Algunos de los triticales avanzados que previamente fueron seleccionados a través de análisis químicos se evaluaron biológicamente en el Instituto Nacional de Ciencias en Animales en Copenhagen, Dinamarca. La composición de los aminoácidos presentados en este ensayo se muestran en el cuadro 14.

Cinco muestras de triticales y una de trigo durum se seleccionaron a través de análisis químicos en base a su buen comportamiento agrónomo y adaptación. Los datos de los aminoácidos esenciales de las muestras se presentan en el cuadro 14. En general el contenido de aminoácidos esenciales es ligeramente superior en el triticales, especialmente la lisina. Sin embargo por los estudios nutritivos, la lisina es aún el aminoácido limitante en todas las muestras.

En contraste con la proteína del centeno, la cual es pobremente digestiva (del 75 al 80%), la proteína del trigo es altamente digestiva. Los valores de digestibilidad verdadera (DV) de la variedad del trigo Hermosillo-77, también como los de los triticales son altos y similares, entre 91 y 93%, lo cual es el rango normal de la proteína del trigo, estos datos se muestran en el cuadro 15. El valor biológico (BV) indican la calidad de la proteína

CUADRO 14

COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN LAS MUESTRAS DE TRITICALE Y TRIGO.  
(g/16g nitrógeno)

	TRITICALES				TRIGO	
	MAPACHE	RAHUN	BEAGLE	BACUN	PC-297	HERMOSTILO-77
VALINA	4.33	4.29	4.51	4.38	4.14	3.96
ISOLEUCINA	3.60	3.37	3.40	3.48	3.52	3.36
LEUCINA	6.60	6.45	6.49	6.48	6.41	6.42
TIRÓSINA	3.14	3.21	3.10	3.13	3.02	3.43
FENILALANINA	4.56	4.15	4.23	4.13	4.41	4.37
LISINA	3.03	3.08	3.30	3.14	2.72	2.32
METIONINA	1.73	1.67	1.82	1.79	1.69	1.61
CISTINA	2.09	2.10	2.16	2.18	2.05	2.07
TRIPTOFANO	1.04	1.10	1.00	1.00	0.92	1.02

Ref. Los presentes datos fueron obtenidos y traducidos del Inglés con el permiso del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIAIWT).

CUADRO 15

DIGESTIBILIDAD VERDADERA (DB), VALOR BIOLÓGICO (BV), PROTEÍNA NETA UTILIZADA (NPU), EN LAS CINCO MUESTRAS DE TRITICALE Y UNA MUESTRA DE TRIGO.

RESPUESTAS DE CRITERIO						
MUESTRA	DB		BV		NPU	
	%	S	%	S	%	S
<b>TRITICALE:</b>						
MAPACHE	92.7	1.9	66.1	0.8	61.3	1.0
RAHUM	93.2	1.2	65.3	1.3	60.9	1.4
BEAGLE	91.0	0.9	69.4	1.2	63.7	1.0
BACUM	93.0	1.1	68.7	1.4	63.9	1.2
PC-297	91.5	1.9	59.3	1.9	54.2	1.3
<b>TRIGO:</b>						
HERMOSILLO-77	9.2	1.0	57.6	1.4	52.9	1.8

Ref. Los presentes datos fueron obtenidos y traducidos del Inglés con el permiso del Centro Internacional de Mejoramiento de Malz y Trigo (CIMMYT).

Los Drs. Fred Elliot de la Universidad del Estado de Michigan, James Mc. Ginnis de la Universidad de Washington y Reinold Bauer del CIMMYT en México, realizaron bioensayos para determinar la calidad nutricional del grano de triticales, reportando que los triticales pueden ser utilizados como fuente de alto contenido de proteína total en dietas de pollos, gallinas y pavos jóvenes (36).

Zillinsky (95) cita que Munk en 1964, Mc. Ginnis en 1973 y Elliot en 1974, encontraron que la eficiencia del crecimiento

to en animales de laboratorio y el contenido de proteínas se influyen por ciertos factores: variedad del cereal, localización del cultivo, condiciones ambientales y prácticas agronómicas.

Hulse [36], Kies y Fox [41], Knipsel [45], Zillinsky [96], entre otros investigadores estudiaron el valor nutricional de la proteína del triticale en animales de laboratorio, aves y de hecho, estudios en seres humanos; además se han comparado estos resultados con el valor nutricional que aportan el trigo y el centeno. Kies y Fox realizaron un estudio en humanos con dos diferentes niveles de proteína para triticale y para trigo, terminado el tiempo de experimentación determinaron los parámetros y el análisis y concluyeron que el triticale fue mejor fuente de proteína en ambos niveles que en el trigo. Knipsel determinó la calidad de la proteína en triticale, trigo y centeno, utilizando en sus bioensayos a ratones de pradera; el PER (eficacia de retención proteica) del centeno fue igual al PER del triticale, mientras que el PER del trigo fue menor en comparación a los primeros. Se suplementó con caseína 1:1 a cada cereal, el PER de centeno:caseína -- fue el más sobresaliente y superior al PER de caseína; el PER de triticale:caseína fue igual al PER de caseína; el PER de trigo: caseína resultó el más bajo incluyéndolo en la comparación con el PER de caseína. Se examinó la concentración de aminoácidos en las dietas prueba y en el plasma de la sangre de las ratas, indicando que el aminoácido limitante en triticale y trigo fue lisina, y en menor grado en el centeno; sin embargo, la superioridad del PER del triticale sobre el PER del trigo se debió a la superioridad del triticale en su contenido de lisina y aminoácidos sulfurados. Por lo tanto concluyeron que el triticale es una buena fuente de proteína con gran futuro para el consumo humano. Hulse realizó -- también estudios de la calidad nutritiva del triticale y trigo en ratas, terminado el reporte y análisis concluyó que en términos de NPR (retención neta de proteína), la proteína del triticale es superior al trigo en los dos niveles de proteína experimentado.

Zillinsky evaluó diez muestras de cereales para alimen

tación de ratas, ratones de pradera y pollos, los cereales a prueba fueron maíz normal, maíz de endospermo duro y suave, maíz opaco-2, trigo, triticale y una proteína animal caseína como patrón de referencia; para determinar el promedio de la tasa de PER (eficiencia de retención proteica). Los resultados fueron muy variables concluyendo que esto se debió a la variedad del cereal, palatabilidad, preferencia sobre algún alimento, requerimientos nutritivos - entre otros factores. Los datos se muestran en el cuadro 16.

No obstante las conclusiones finales de los experimentos realizados, colocan al triticale como un buen cereal y futuro por su calidad nutritiva superior al trigo.

CUADRO 16

EVALUACION DE 10 MUESTRAS DE CEREALES PARA ALIMENTACION DE RATAS, RATONES DE PRADERA Y POLLOS.

MUESTRA	PROMEDIO DE LA TASA DE EFICIENCIA PROTEICA					
	RATA (MERTZ) <sup>a</sup>		RATON <sup>b</sup>	RATON <sup>c</sup>	POLLO <sup>d</sup>	
	28 días	14 días	(SHANK)	(BAUER)	(Mc.GINNIS)	
VER. 181 (MAIZ NORMAL)	1.59	1.67	0.87	1.30	2.10	
VER. 181 (MAIZ ENDOSP. DURO)	2.83	2.96	1.41	1.65	2.45	
VER. 181 (MAIZ ENDOSP. SUAVE)	2.90	3.31	1.89	1.62	2.81	
TUXPEÑO (MAIZ OPACO-2)	2.84	3.25	2.28	2.27	sin valor	
TUXPEÑO (MAIZ NORMAL)	1.72	2.07	1.08	2.00	2.33	
SIETE CERROS (TRIGO)	1.57	1.73	1.98	3.20	2.12	
INIA 66 (TRIGO)	1.66	1.60	1.78	2.69	2.25	
TCL PM-132	2.01	1.89	1.59	2.37	2.31	
TCL PM-2	1.81	1.80	1.90	2.01	2.18	
TCL PM-15	1.97	1.93	1.63	2.65	2.32	
(CASEINA)	[3.34-3.22]		[4.38-3.64]	2.15	2.37	2.81

Ref. Los presentes datos se obtuvieron del Folleto de Investigación No. 24, publicado por CIMMYT en 1973.

## 2.- ASPECTOS DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DEL TRITICALE.

Después del trigo y arroz, en el mundo el maíz es el cereal más ampliamente cultivado y se le utiliza en la alimentación de animales principalmente en Estados Unidos y Europa (34). Se ha incrementado su consumo en humanos en África, India, Australia y las partes más templadas de Europa, el maíz es un producto originario de América, su consumo se realiza como grano entero, grano molido donde la cubierta y el germen son removidos para la elaboración de tortillas, y en forma de hojuelas para desayunos (71). Las proteínas del maíz poseen diferentes propiedades que las proteínas del trigo, por lo tanto el maíz no es satisfactorio para producir pan leudado.

Los usos para cebada, avena, sorgo en panificación en el mundo está restringido por los problemas de separación de la cáscara en cebada y avena, y la separación del salvado en el sorgo, esto aunado al peso por unidad del volumen menor al del trigo origina que los rendimientos en harina sean muy pobres. El centeno se utiliza para hacer pan sobre todo en los países escandinavos y en la Europa Oriental, es nutritivo y de sabor agradable pero su calidad y apariencia no es comparativa con el trigo.

El principal trigo cultivado en el mundo es hexaploide, Triticum aestivum, usado principalmente en la producción de pan, galletería y pastelería. El trigo tetraploide, Triticum durum, se utiliza en la mayor parte para la producción de pastas alimenticias como tallarines y macarrones en el mundo occidental, y en la producción de "cous-cous", "Bulgur" y "Chapatís" en la parte oriental del mundo, (71).

Pissorev (73) reportó que los triticales octaploides tienen un mayor contenido de proteína y que retienen la calidad

panadera de los trigos hexaploides. Mántzing [65], encontró igualmente que los triticales octaploides tienen, en general, un mayor contenido proteínico que el trigo, además de gluten y propiedades panaderas superiores. Los triticales hexaploides no poseen las mismas características panaderas que las formas octaploides [86]. Sin embargo Larter y colaboradores [46], no consideran que esto sea un factor limitante puesto que es probable que el triticales hexaploide se difunda primero en países donde se consume comunmente pan sin -- levadura. Reportaron también que algunas líneas de triticales se han procesado experimentalmente como hojuelas tostadas para desayunos, con buenos resultados.

El éxito del triticales se medirá finalmente no sólo por su rendimiento en las parcelas de los agricultores y por su calidad proteínica en los laboratorios de investigación, sino por su comportamiento en los hornos del mundo en una variedad bastante amplia de tipos de pan, según las preferencias de cada región.

Aun cuando en 1930 G.K. Meister, director de la estación agrícola experimental de Saratov, publicó descripciones preliminares de las propiedades de panificación de los triticales, hasta la fecha la orientación de los fito-mejoradores del triticales ha sido los problemas de fertilidad, rendimiento y adaptación. Los primeros estudios indicaron que las hogazas ligeras y esponjosas de pan de levadura preferidas por los países desarrollados, se obtenían de una mezcla de harina de triticales y harina de trigo en mayor proporción, ya que el 80% a 85% de la proteína del trigo está compuesta por gliadinas y gluteninas, complejos proteínicos que permiten que al mezclar la harina de trigo con agua se forme una masa pegajosa y -- elástica capaz de retener gas, el gluten, éste se esponja y se contrae durante el proceso de panificación produciendo una hogaza celular, con corteza quebradiza. [38]

En 1972, Lorenz y colaboradores [50] realizaron un estu

dio sobre la calidad molinera del triticale y sus posibles usos industriales. Observaron que el triticale tiene una calidad de molienda deficiente dando lugar a rendimientos harineros entre 50% y 69% comparados con 66.8% a 73% de rendimiento harinero del trigo, esto se atribuyó a los bajos pesos hectolítricos como resultado de la abundancia de granos arrugados por un endospermo malformado, -- confirmado con los estudios reportados por varios investigadores - Unrau y Jenkins (86), Tsen y colaboradores (72), entre otros. Los elevados niveles de alfa-amilasa en los triticales y su actividad en el amidoñ tiene un efecto pronunciado en la calidad final de los productos de panificación del triticale, característica heredada del centeno. Utilizaron un inhibidor de esta enzima, y el resultado fue un mejoramiento considerable en los productos panaderos del triticale. Se determinó también que la harina del triticale por sí sola, sin adicionar harina de trigo, producía hogazas de pan de buena calidad cuando se hacían los ajustes apropiados en los tiempos de absorción y fermentación y en los procedimientos del amasado, (54, 84). Distintos tipos de pan, bollo, galletas y tallarines entre otros productos realizados con harina de trigo, pueden elaborarse con harina de triticale sin detrimento alguno en la calidad y con aumento en el valor nutricional -- del producto, ya que el triticale es poseedor de un alto contenido de proteína, mejor balance de aminoácidos y mejor calidad de proteína; conclusiones finales del estudio realizado por Lorenz y colaboradores, (50).

En la actualidad se cuenta con triticales de buenos -- rendimientos por hectárea aproximadamente 9 ton/Ha y de granos -- llenos que han producido en CIMMYT rendimientos harineros hasta -- 73% con un promedio de 65%. La calidad de panificación del triticale se ha mejorado gracias a la combinación y selección de líneas obtenidas de cruza trigo-triticale. A este avance se debe el incremento del contenido del gluten, así como a una disminución de niveles de actividad enzimática que perjudican la producción de -- los diferentes productos de panificación. (94)

En el CIMMYT se le ha dedicado poco esfuerzo a la producción de hogazas de triticale que satisfagan las preferencias de -- pan de los Estados Unidos y Canadá. El propósito de CIMMYT es también adaptar los triticales a las necesidades alimentarias de países subdesarrollados donde el "pan" tiene muchos otros nombres y -- toma muchas formas diferentes. En pruebas realizadas por Villegas y Zillinsky (96) se reportaron que podían elaborarse tortillas, chapatis y galletas con 100% de harina de triticale resultando ser -- iguales o incluso de mejor calidad que las elaboradas con harina de trigo. Se ha informado que el pan tradicional de Etiopía ---- "Injera" se puede elaborar con harina compuesta por partes iguales de triticale y teff, un cereal de Nortáfrica, con excelente calidad y de hecho se substituye el 75% del teff utilizado en alimentos a base de cereal en Etiopía con buena aceptabilidad.

Otros usos a los que se ha destinado al triticale aparte de la manufactura de pan integral y tipo francés, harina para preparar pastelillos, galletas, pasteles y pastas, se encuentran en la industria del licor, destilación de whisky, malta para cervecería y concentrados de proteína para animales, forrajes obteniendo resultados muy satisfactorios (73). En México se cultiva el -- triticale comercialmente por ejidatarios de Michoacán y Tlaxcala, quienes lo siembran en lugar del trigo o cebada y lo consumen como alimento para humanos y de ganado, llamándolo "Trigo Grande". El incremento de este cultivo ha permitido que el CIANO haya liberado -- variedades de triticale para cultivo comercial en ciertas regiones del país, CANANEA, CABORCA Y ALANOS en el Bajío. En un futuro no lejano el triticale se incorporará a los cereales actuales como cultivo a gran escala para proveer al hombre de una buena fuente de nutrimentos (72).

Buenas fuentes de fibra cruda en la dieta son los granos de cereales, productos de panificación, frutas y vegetales. Debido a que no se utiliza en productos de cereales, todo el grano --

completo, además incrementa el consumo de carbohidratos como azúcar, harinas refinadas, el consumo de fibra en países de sarrollados es considerablemente más bajo que en años atrás. A esta deficiencia en el consumo de fibra se le han asociado enfermedades de la civilización como: arterioesclerosis, obesidad, diabetes, apendicitis, pólipos, cálculos biliares. Algunos investigadores consideran que el aumento del consumo de fibra en la dieta reduciría el cáncer del colón, diverticulosis, estreñimiento que da lugar a hemorroides y venas varicosas. Lorenz (56), realizó un estudio sobre el contenido de fibra cruda que se encuentra en el grano y harina del triticale, concluyendo que el contenido de fibra cruda que se presenta en el salvado es superior al contenido en el centeno y en el trigo, por lo tanto la utilización de la harina del grano entero, harina integral, suministra cantidades adecuadas de fibra cruda necesarias en la dieta, sin embargo, esto trae consigo un detrimento en la calidad de la hogaza de pan en su volumen, color, sabor, textura y apariciencia. Estos factores negativos pueden suprimirse con ciertos aditivos, o utilizando una mezcla de harina de triticale y harina de trigo fuerte con gluten fuerte.

En los humanos, la fibra cruda no tiene valor nutricional, ya que carece en sus jugos digestivos de las enzimas que rompen los pentosanos en moléculas de glucosa que si son absortas por el intestino. En animales de ganado, esto no sucede, ya que poseen gran cantidad de las enzimas mencionadas.

### 3.- COMPORTAMIENTO DEL TRITICALE DURANTE LA MOLIENDA. CARACTERÍSTICAS DE PANIFICACION

#### a. CALIDAD DEL GRANO.

El triticale que se utiliza para fines de panificación, es seleccionado de acuerdo a su comportamiento como cultivo en el campo, resistencia a enfermedades, adaptación al suelo, tipo de riego, clima, localización, durante varios cultivos anteriores del cultivo. Las líneas que se desarrollaron satisfactoriamente a las características mencionadas, son seleccionadas posteriormente por mejor rendimiento de grano y más alto peso hectolítrico. (40)

El estado del grano recolectado, depende del estado del tiempo que se mantuvo durante la recolección. Cuando el grano parece estar maduro, necesita un periodo adicional de maduración antes de ser capaz de germinar. Este periodo se conoce como estado latente. El tiempo seco y cálido acelera la maduración, y si llueve cuando la cosecha aún está en el campo, las condiciones para germinar son más favorables. El grano es menos propicio para germinar si el tiempo es frío. Cuando el grano se recolecta con una máquina cosechadora, la humedad debe ser menor del 15%, y si se va a almacenar inmediatamente, ésta debe ser menor del 11%. Si el grano recolectado se va a secar inmediatamente la humedad permitida puede ser de 14%; el exceso de humedad da lugar a un desarrollo prolífero de hongos, bacterias, insectos que van originar un aumento importante de temperatura, la cual, al igual que la utilizada para secar el grano, si es excesiva, se producen daños irreversibles que se aprecian hasta que la harina se amasa.

Antes de ser almacenado, el grano (al igual que todos los cereales) es seleccionada de acuerdo a su calidad, en México hay una norma de calidad que rige la distribución y comercialización del grano: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-36-1984. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO-CEREALES-TRIGO. (*Triticum aestivum* y *Triticum durum*)- ESPECIFICACIONES.

En esta norma se determina la calidad del grano, el cual de alguna forma esté dañado, las especificaciones para cada tipo de grano dañado, impurezas, humedad y las determinaciones a elaborar para la certificación de la calidad del mismo (Apendice I). En términos generales, los daños producidos en el grano, comienzan desde la recolección al obtener granos quebrados producidos por el efecto mecánico de la cosechadora, los cuales son más susceptibles a ser atacados por hongos, bacterias e insectos. Además de la contaminación por organismos, los granos presentan impurezas en el campo, transporte, almacenamiento de los cuales los más frecuentes son: lodo y polvo, otros granos diferentes al triticale, paja, palos, cascarilla y desperdicios, piedras, restos y esporas de hongos, cornezuelo, insectos vivos, muertos, larvas, pelos y excrementos de roedores, cuerdas y ataduras fragmentos metálicos, etc. Todas estas impurezas del grano deben ser eliminadas mediante la utilización de cribas o zarandas las cuales varían en la forma y tamaño de sus orificios. La NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-36-1984, señala como impurezas cualquier material que no sea trigo y que atraviese una criba de 198 mm de orificios triangulares.

Es indispensable eliminar las impurezas que lleva el grano ya que en general reducen el valor nutritivo de la harina, el cornezuelo mancha la harina y además es peligroso por su veneno la ergotamina, este hongo afecta principalmente al centeno que a otras plantas como el trigo, cebada, avena; ya que el centeno se le puede cultivar en tierra poco favorable para el hongo *Claviceps purpurea* (39). El lodo altera el color de la harina y disminuye su calidad; las piedras y fragmentos metálicos, vidrios, estropean los molinos y provocan incendios; la contaminación de otros granos o semillas reducen el valor nutritiva de la harina, etc. La NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF- 36- 1984, establece un rango de impurezas que varía de 0.1% al 5% en el cual se establece un rango de impurezas que varía las bonificaciones y deducciones de acuerdo al porcentaje obtenido.

En CIMMYT, el porcentaje de impurezas de sus granos en general es mínimo, para el triticale y trigo varía del 0.1 al 0.3%. Al agricultor, no le conviene que las impurezas en su grano sea mayor del 3%, ya que esto repercute en las deducciones a pagar, y si esto es mayor puede correr el riesgo de ser desechada su cosecha.

Para la determinación de impurezas la NORMA OFICIAL NOM-77-55-1984, establece los análisis a seguir: (Apéndice 1)

1.- Análisis selectivo: es aquel que se realiza en 25 gramos de grano limpio, y seleccionando los granos que presentan defectos y daños.

2.- Análisis sensorial: es aquel que se realiza utilizando los órganos de los sentidos, olor y aspecto.

3.- Homogenización y división de la muestra: a partir del análisis sensorial, se homogeniza y divide la muestra empleando un homogenizador Boerna (u otro similar). Es necesario antes de utilizarlo golpearlo a los costados ligeramente con el fin de eliminar impurezas que hayan quedado retenidas en su interior. Se obtienen 2 muestras representativas de 1Kg. aproximadamente las que se usaran para la medición de impurezas y la medición de humedad.

4.- Determinación de humedad: esto se realiza en un medidor de humedad capaz de proporcionar una precisión del 0.1%. Los aparatos se deben calibrar correctamente de acuerdo a las instrucciones de uso. La determinación de humedad se realiza en la muestra original sin limpiar e inmediatamente de su homogenización y división de acuerdo a las instrucciones de operación del aparato. Se pesa la cantidad de grano que especifica la carta de conversión específica de acuerdo a la variedad de grano empleada.

5.- Determinación de impurezas: se pesa 1Kg. de la muestra homogenizada y se deposita en la criba de 1.98 mm de orificios triangulares, (abajo tiene su charola de fondo), y se considera impurezas todo el material que atraviesa la criba y todo el material que no sea trigo y que quede retenido junto con el grano.

6.- Determinación de infestación: una vez determinada -- las impurezas se observa en la charola de fondo la presencia de in-

sectos vivos, muertos, o en sus fases de larvas, pupa y adulto. - El triticale se considera infestado cuando se presenta dos o más insectos vivos en la muestra analizada.

7.- Determinación del peso hectolitrico: separadas del grano las impurezas, el grano limpio se emplea para la determinación de peso específico o peso hectolitrico mediante el uso de balanza fija o semifija, las cuales tienen una graduación especial para obtener lecturas en Kg/hl con una precisión de -0.1. Independientemente de la balanza que se utilice, el recipiente debe ser llenado con el grano hasta que ésta se derrame, el recipiente debe tener una capacidad de 1 litro, y el peso de la muestra de grano debe ser de 1Kg. aproximadamente de peso, suficiente para llenar el recipiente de 1 litro. Se debe evitar golpear el recipiente que contiene el grano antes de eliminar el excedente de granos por razado (eliminar de excedente de granos del recipiente mediante una regla de madera con aristas redondeadas y siguiendo un movimiento en zig-zag). Se pesa el recipiente con el grano y se obtiene el resultado del peso hectolitrico.

En general se ha reportado (13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22,23, 24, 25) que las enfermedades que atacan al trigo son las -- que atacan al triticale. Las Rojas, Tizón, Mildew, Septoria, Fusarium Cladosporium, Helminthosporium, son hongos que atacan de diversa forma a la planta. Las Rojas aparecen en las hojas como manchas amarillo-anaranjadas y brillantes que conforme aumenta impide la fotosíntesis en las hojas y la planta muere de hambre. Los Tizón atacan el ovario de la planta impidiendo la producción de semillas. El Mildew infecta a las hojas de las plantas con manchas gris-blanquecinas y al igual que las Rojas impide la fotosíntesis y la planta muere. Fusarium y Helminthosporium atacan a la planta. Septoria y Cladosporium atacan al grano.

b. MOLIENDA.

El acondicionamiento del triticale tiene como objetivo principal mejorar el estado físico del grano para la molienda, y en ocasiones incrementa la calidad panadera de la harina. El proceso de acondicionamiento en general, consiste en la adición de humedad a los granos secos, y disminuirla cuando éstos están demasiado húmedos; además, un calentamiento o enfriamiento del grano durante períodos definidos de tiempo con el objeto de que la humedad deseada esté, no sólo repartida por toda la masa del grano, sino en cada uno de los granos individuales. Es to es, ajustar el contenido de humedad del grano a un nivel tal que el salvado sea flexible y menos quebradizo, facilitando la separación del endospermo y del salvado; además el endospermo se suaviza reduciéndose con esto la fuerza necesaria para su molienda. El acondicionado se efectúa en base de la humedad y la característica de suavidad y dureza del endospermo (40). El grano de triticale es arrugado en mayor o menor grado dependiendo del genotipo y de las condiciones de cultivo. Actualmente hay variedades de grano totalmente lleno, y otras que aún son arrugadas en un mínimo grado. Estas características afectan la extracción de harina. De acuerdo con Lorenz (51), los triticales molidos en diferentes tipos de molinos experimentales, consistentemente tuvieron un rendimiento de harina menor al de las variedades de trigo; siendo el mejor resultado harinero del triticale de 64%, en tanto que el peor resultado harinero del trigo de 67%. Por otro lado, Pinto (61) cita que en experimentos llenos a cabo en Etiopia, el triticale molido a una humedad del 12.5% no mostró problemas en la molienda y el salvado se separó perfectamente del endospermo, reportándose rendimientos harineros que variaron del 54% al 72% de acuerdo al grado de arrugamiento del grano presentado. En el CIMMYT, la molienda se efectuaba con una humedad en el grano del 12% y su rendimiento harinero es de 67% a 72% para el triticale, mientras que para el trigo su rendimiento harinero es del 70% al 75%, una vez acondicionado el grano, el siguiente paso es el proceso de molienda.

En la molienda, los objetivos que se persiguen para la obtención de harina son:

- 1.- Separar lo más completamente posible el endospermo del salvado y el germen mediante el rompimiento del grano, de manera que la harina quede libre de escamas de salvado y de un buen color, con lo que se mejora la palatabilidad y digestibilidad del producto, así como su tiempo de almacenamiento.
- 2.- Reducir a harina fina la máxima cantidad posible de endospermo a la vez de asegurar que el deterioro causado a los granos de almidón no exceda del óptimo.

El proceso de molienda consta principalmente de dos partes: molienda y separación. Tres son los procesos básicos en la obtención de harina:

- 1.- Trituración; es la fragmentación del grano de forma que se consiga una disociación de cada una de sus partes anatómicas. La trituración rompe el grano en las primeras etapas seleccionándose en ellas distintas partes las que a su vez se irán triturando en etapas posteriores. Esto se realiza en un molino equipado con varios juegos de rodillos estriados con diferentes aberturas y separaciones entre las estrias de cada pareja de rodillos, los cuales, giran en direcciones opuestas y con diferente velocidad. El primer juego de rodillos, en los cuales, el grano que se va a moler se deja caer en forma de cortina delgada, se denominan rodillos de rompimiento. Las estrias de los rodillos de rompimiento rasgan el grano a lo largo de su arruga y desarrollan las cubiertas corticales, de tal manera que cada una esté formada por una capa de endospermo relativamente gruesa la cual está estrechamente unida a una fina hoja de salvado. Esta molturación, la cual es una mezcla de partículas que difieren en tamaño y composición entra a los rodillos de reducción, éstos ro

dillos presentan las mismas características que los rodillos de rompimiento, pero están colocados muy juntos, de los cuales se obtienen partículas más finas de endospermo, éstas entran a subsiguientes rodillos de reducción.

- 2.- tamización: es la separación de las partículas en diferentes fracciones según sus tamaños, este proceso se realiza después de cada una de las etapas de triturado, varía veces separando en un primer tamizado las partículas más gruesas de las que se podrá obtener más harina; un tamizado por grados permite clasificar la harina en sémola, productos intermedios, etc. - según el tamaño peculiar de sus partículas en cada fracción.
- 3.- purificación: es la separación de las partículas procedentes de las cubiertas corticales de las del endospermo según su velocidad límite de caída mediante corrientes de aire. (39,40)

Si el endospermo va libre de impurezas la harina resultante se obtendrá más brillante y blanca (68). 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; así como, la mayor parte del grado de almidón dañado por la reducción de la molienda, la pureza de la harina (la cual depende de la eficiencia de la separación del germen y salvado entre el endospermo). Todas estas características se manifiestan en el mejor funcionamiento durante el proceso de panificación.

### c. CALIDAD DE LA HARINA DE TRITICALE.

Actualmente hay varias pruebas disponibles para determinar la calidad de la harina: % de proteína, % de cenizas, % de humedad, fuerza de gluten (Método de Pel'shenke, Método de sedimentación de Zeleny, Farinograma, Alveograma).

Para la determinación de proteína se puede utilizar el método de Kjeldahl, micro-kjeldahl, clasificación de aire, etc. en los cuales nos dan el porcentaje de proteína en la harina.

La determinación de cenizas en la harina es una indicación de la calidad comercial de la misma. A mayor extracción de harina el contenido de cenizas aumenta. (39)

El contenido de humedad de una harina es la característica más importante por relacionarse con su seguridad de almacenamiento. Los peligros que acechan a la harina almacenada son -- los mismos que tiene el grano en su almacenamiento (ataque de hongos, bacterias, insectos), pero además puede sufrir un enranciamiento oxidativo e incluso una deterioración de su calidad panadera. El contenido de humedad es del 13% en harina blanca. (39)

Cuando las harinas de triticale son mezcladas y amasadas en presencia de agua, forman en su estructura una sustancia compleja llamada gluten; este está contenido en un 78% a un 85% del contenido total de proteína en el trigo, y en un 60% a 70% del contenido total de la proteína de triticale. El gluten en base seca muestra la siguiente composición: 43% de gliadina, 39.1% de glutenina, 4.4% otras proteínas, 2.8% de lípidos, 2.1% de azúcares, 6.4% de almidón con residuos de celulosa y materia mineral (40).

El gluten posee características de elasticidad y extensibilidad de valor único en la formación de pan y otros productos alimenticios a base de harina de triticale, trigo, centeno y otros cereales. Las propiedades elásticas, que se desarrollan durante el amasado, parecen ser debidas a los grupos sulfhidrílicos, posiblemente por oxidación a uniones de disulfuro y quizá con formación de nuevos enlaces. La facultad de hincharse o extenderse se cree que se debe a las lipoproteínas unidas a proteínas y cadenas peptídicas (68). Las pruebas que determinan la fuerza del gluten son:

Método de Pelshenke, el cual ha probado ser satisfactorio para separar materiales de gluten fuerte y gluten débil. Esta prueba mide el tiempo de retención del dióxido de carbono producto de la fermentación de una cantidad determinada de harina integral, la cual se ha mezclado con una suspensión de levadura. El valor de Pelshenke (PK) se clasifica de la siguiente manera (3): -

- 1.- PK menor a 60 minutos para trigos de gluten suave.
- 2.- PK entre 60 a 100 minutos para trigos de gluten intermedio.
- 3.- PK mayor a 100 minutos para trigos de gluten fuerte.

Esta prueba indica a grosso modo la fuerza del gluten.

Método de sedimentación de Zeleny: este procedimiento determina la capacidad de retención de agua en presencia de ácido láctico. Las propiedades panaderas de la harina dependen principalmente de la cantidad y calidad de las proteínas del gluten. El gluten se hidrata y se hincha por la acción del ácido láctico (3).

Farinógrafo de Brabander: el aparato mide la plasticidad y movilidad de una masa de harina al ser sometida a un amasado continuo a una temperatura constante. La curva que se obtiene indica el tiempo óptimo y la tolerancia al amasado.

Alveógrafo de Chopin: utiliza aire a presión para inflar una burbuja de masa y romperla. Por medio de esta prueba es posible conocer las características plásticas del gluten que influyen en la fuerza de la harina. Según el tipo de figura (alveograma) obtenido se observan las magnitudes de tenacidad y elasticidad del gluten. El aparato registra continuamente la presión del aire y el tiempo que transcurre hasta que se rompe la masa.

Amilógrafo de Brabander: mide de forma continua la resistencia que a la agitación presenta una suspensión al 10% de harina en agua cuando la temperatura aumenta constantemente a 1.5°C por minuto desde la temperatura del laboratorio hasta llegar a 95°C y se mantiene esta última temperatura.

De acuerdo con Lorenz (51) y Tsen (85), el tiempo de amasado para las harinas de triticale es más corto que el tiempo de amasado de las harinas de trigo hexaploides, y además exhiben

una estabilidad menor y mas crítica. Por otro lado, Lorenz y colaboradores [54] observaron que la óptima absorción y tiempo de amasado de la harina de triticale registrados en el mixógrafo, no producen pan de óptima calidad y concluyen que el mixógrafo no proporciona información exacta de las características de panificación -- cuando se utiliza harina de triticale.

en estudios de calidad reológica y de panificación en líneas de triticale de primavera e invierno, Lorenz y colaboradores [54], informan que es posible producir pan de calidad muy aceptable a partir de algunas líneas de triticale. Esto se logra haciendo ciertos ajustes en absorción de agua, tiempo de amasado, y tiempo de fermentación. Tsen [85] encontró que el triticale presenta pobre calidad panadera, ya que las harinas son muy débiles, y están afectadas por los esfuerzos a que son sometidas durante el amasado y el periodo de fermentación. La debilidad de las harinas se manifestó en la superficie de las masas durante el periodo de fermentación en los moldes, con lo que resulta un pan de costra abierta o quebrada. El autor concluyó que la calidad de la miga de pan también disminuye cuando el tiempo de fermentación aumenta.

En resumen, la calidad de la harina, está dada por la información relacionada con las características evaluadas por las pruebas antes descritas. El contenido de proteína de la harina de triticale en general reporta valores superiores al contenido de proteína en el trigo (aproximadamente de 13% para el triticale, y 11-12% para el trigo); sin embargo en su composición de aminoácidos [Capítulo III], el nivel de ac. glutámico es menor en el triticale que en el trigo, repercutiendo en su calidad panadera. En relación al contenido de cenizas es superior en el triticale que en el trigo; su determinación muestra el grado de extracción de la harina y por ende su calidad comercial. La humedad en una harina afecta o no su posible contaminación, tanto para triticale como para trigo ésta es del 12%-13%. De acuerdo a la fuerza del gluten, el triticale, en base a la calidad del gluten, se encuentra clasificado dentro del grupo tenaces: gluten corto, tenaz.

#### d. PROCESO DE PANIFICACION.

La panificación es el proceso por el cual la harina se convierte en pan. Las etapas del proceso de panificación se componen de los pasos siguientes (68):

- 1.- Tiempo de amasado
- 2.- Fermentación de la masa
- 3.- Horneado de la masa.

En una forma breve se mencionará los pasos arriba citados, con el fin de señalar las características de la harina de triticale en este proceso de panificación.

##### 1.- Tiempo de amasado.

El tiempo de amasado y absorción de agua son determinados por el farinógrafo o por el mixógrafo en las harinas de cereales en general. Ahmed y Mc.Donald (1), Chen y Bushuk (26), encontraron que la prolamina y glutenina constituyentes del gluten de la proteína total en las harinas de triticale, se encuentra en un promedio de 40% a 43%, un valor muy bajo si se compara con el valor promedio del gluten del trigo de 80% a 85% (40). Esta diferencia es el factor responsable de los tiempos cortos de amasado y baja absorción de agua en las harinas de triticale. Por lo tanto, los datos obtenidos para las harinas de triticale por el farinógrafo y mixógrafo dan lugar a masas fluidas sin elasticidad, produciendo pan de mala calidad. Para evitar esto, es necesario ajustar el tiempo de amasado y absorción de agua hasta lograr una consistencia aceptable en la masa cuando se utilice harina de triticale (54).

##### 2.- Fermentación de la masa.

La fermentación consiste en convertir azúcares fermentables como glucosa y fructuosa en anhídrido carbónico para la incorporación de gas, el cual esponja la masa; y en alcohol etílico (31, 49). Esta fermentación se lleva a cabo en varias etapas y es producido por un complejo de enzimas y coenzimas llamado zimasa (68). Dependiendo del método aplicado para fermentarlos, hay una división útil que permite diferenciar entre diversos artículos horneados con

similar formulación, métodos de elaboración y características para el mismo:

a) Productos fermentados por levadura.

Se incluyen panes y panes de dulce fermentados por bióxido de carbono producido por la fermentación de la levadura.

b) Productos fermentados químicamente.

Se incluyen pasteles, donas, bizcochos, harinas preparadas para elaborar productos de panificación propios para desayuno, fermentados por bióxido de carbono producido por polvos de hornear y agentes químicos.

c) Productos fermentados por aire.

Se incluye pastel de ángel y otros pasteles de esponja elaborados sin polvos de hornear.

d) Productos fermentados parcialmente.

Se incluyen pastas para pan, algunas galletas y otros artículos en los que no se emplean agentes destinados a esponjarlos pero que ocurre un esponjamiento debido a la expansión del vapor y otros gases durante la operación del cocimiento en el horno.

Lorenz (50, 51) menciona una alta actividad de alfa-amilasa en las harinas de triticale, (Capítulo III), esta afecta la calidad panadera de este cereal y es responsable del ajuste de fermentaciones cortas.

### 3.- Horneado de la masa.

El término hornear es la operación final del proceso de panificación, los productos de masa se cuecen en un horno y, en esta etapa ocurren varias reacciones. Las velocidades de estas diversas reacciones y el orden en que ocurren dependen en gran parte de la velocidad de transmisión del calor a través de la masa (68):

a) Producción y expansión de gases.

- b) Coagulación del gluten y gelatinización del almidón, retención de gas.
- c) Deshidratación parcial debido a la evaporación de agua.
- d) Desarrollo de sabores.
- e) Cambios de color debido a reacciones de Maillard.
- f) Formación de la corteza debido a la deshidratación superficial.
- g) Obscurecimiento de la corteza debido a reacciones de Maillard y caramelización de azúcares [31, 68].

Si la corteza se forma antes de que el centro de la masa este cocido, resulta húmedo; si el gas escapa tardamente, agrieta la corteza; influye también el tipo de molde utilizado y la altura al nivel del mar. La calidad del producto final se manifiesta por dos funciones específicas en panificación [31, 68]:

- 1.- La capacidad de una masa para retener el gas y la estabilización de la estructura por la coagulación del gluten y la gelatinización del almidón; esto está en función de la calidad y cantidad del gluten y del almidón presente en la masa de la harina ( la actividad de alfa-amilasa).
- 2.- la capacidad de la masa para producir gas, esto se relaciona con la cantidad de azúcares fermentables, ( la actividad de alfa-amilasa sobre el almidón; granulación de la harina, depende del daño hecho en el gluten por una molturación severa).

La masa de la harina de triticale posee un gluten tenaz y corto, una alta actividad de alfa-amilasa; por lo que resulta una masa débil a la retención del gas. Debido a esta condición, la capacidad de la masa de la harina de triticale produce más gas del que puede retener y si esto no se controla se obtiene una masa pegajosa, débil que repercutirá en un pan de bajo volumen y consistencia "chiclosa". Las reacciones propias de la panificación se presentan de igual forma que las observadas en la elaboración de un pan de trigo, con las alternativas arriba mencionadas.

Existen dos métodos convencionales (existen otros que no describiremos por ser poco usuales o empleados en un lugar específico) usados comúnmente en panificación (3): Método de Masa Directa y Método de Esponja y Masa; los cuales describiremos de forma general.

#### 1.- Método de Masa Directa.

Por este método, todos los ingredientes son combinados en una mezcladora y amasados para obtener una máxima consistencia de la masa. La masa es fermentada por un cierto período de tiempo y ocasionalmente es amasada durante ese tiempo con el objeto de eliminar porciones de gas fermentado y atrapado en el sistema. Pasado el proceso de fermentación la masa es dividida, moldeada y colocada en moldes para obtener un óptimo desarrollo de la masa en un cierto lapso de tiempo. Concluido este tiempo, pasa a la etapa de horneado. Se han realizado en este método algunas modificaciones para harinas de gluten fuerte: los ingredientes son mezclados y la masa resultante amasada, se fermenta, se reamasa hasta obtener un máximo desarrollo; esto da lugar a un ahorro de tiempo ya que inmediatamente es dividida y horneada. (3)

#### 2.- Método de Esponja y Masa.

En este método, dos tercios de la harina aproximadamente, se mezclan con toda la levadura y agua suficiente para producir una masa la cual es fermentada por un tiempo determinado. Pasada esta etapa, la masa ("esponja") se regresa a la mezcladora para adicionarle los ingredientes restantes de la formulación; esta se mezcla hasta formar una masa de consistencia adecuada y de óptimo desarrollo. Posteriormente se pasa a un gabinete de fermentación por un tiempo corto de fermentación. Concluida esta etapa se divide, se moldea y se hornea. (3)

Los principales ingredientes son: harina, agua, levadura, y sal. En ocasiones se añaden otros ingredientes tales como: harina malteada, alimentos para levadura, leche y productos lácteos, grasa huevo, etc.

Cuando se agregan estos ingredientes en proporciones adecuadas para formar una masa comienzan dos procesos (31,68):

- 1.- la proteína de la harina comienza a hidratarse, combinándose con gran parte del agua y formando el gluten.
- 2.- por la presencia de la levadura se forma el bióxido de carbono por la acción de las enzimas sobre los azúcares.

En general, las funciones de los ingredientes en los productos horneados se mencionan en lo siguiente: (31,39,40,48,74)

### 1.- Gluten.

El gluten tiene propiedades elásticas, y en la masa de la harina de triticale (y de cualquier cereal) es proporcionar esta característica a la misma para formar hojas o películas, o bien extenderse en todos sentidos bajo la presión de un gas que se está dilatando. Cuando el gluten se ha dilatado y después calentado, se forma una estructura semirígida por coagulación, la cual tiene una naturaleza celular, como en el interior de una hogaza de pan. La glutenina es la responsable de la cohesividad y elasticidad de la masa en el triticale (y de cualquier otro cereal), y la gliadina es la responsable del volumen potencial en la masa de triticale, (la primera al hidratarse forma una estructura resistente, elástica y cohesiva; la segunda al hidratarse forma una estructura fluida y viscosa la cual es extensible)

### 2.- Almidón.

El almidón en presencia de agua y calor se hincha o gelatiniza y en combinación del gluten contribuye a la formación de la estructura semirígida que resulta del calentamiento de la mezcla o masa de harina de triticale (y otros cereales)

### 3.- Agua.

Es el ingrediente por el cual tanto el gluten como el almidón dan a la masa de harina una resistencia y elasticidad, y viscosidad que en presencia de calor forman una estructura celular y -

semirígida la cual retiene el gas producido durante la fermentación. La cantidad necesaria para la absorción de la harina para la formación de masa la determina el mixógrafo o el farinógrafo, habrá mayor absorción de agua en las harinas de gluten fuerte y menor en la harina de gluten suave. Para el triticale esta determinación no es satisfactoria en el uso de su harina.

#### 4.- Levadura.

Es uno de los medios por el cual se logra una fermentación. Durante la fermentación se convierten azúcares fermentables a bixido de carbono y alcohol etílico, produciéndose así el gas necesario que por mediación del gluten de lugar a la elevación del volumen del pan. El alcohol producido por la fermentación se pierde durante el horneado, pero algunos productos secundarios de la fermentación (carbonilos, ésteres) comunican cierto aroma y sabor al pan elaborado. En relación al triticale, los tiempos de fermentación -- cuando se utiliza harina de este, son cortos debido al almidón dañado por la actividad de alfa-amilasa.

#### 5.- Sal.

La sal se adiciona con el objeto de dar cierto sabor al pan; sin embargo, hace más correoso al gluten y menos pegajosa la masa. Además la sal reduce la velocidad de fermentación, por lo tanto se usa en mayor cantidad en fermentaciones largas y en menor cantidad en fermentaciones cortas.

#### 6.- Huevo.

Además de contribuir como un nutriente más, colabora al dar sabor y olor al producto horneado. Como el gluten la clara del huevo es una mezcla de proteínas la cual puede ayudar a crear la estructura del producto. La clara al batirse forma películas y apresa aire, al calentarse, se coagula produciendo rigidez. Las proteínas de la yema del huevo tiene propiedades similares a las de la clara por lo que se considera al huevo un agente esponjante cuando se combina con harinas débiles (pastel de ángel o de esponja).

#### 7.- Azúcar.

Además de dar dulzura funciona como ablandador en los productos horneados. El azúcar en forma de sacarosa proporciona más sustrato fermentable en los productos esponjados por levadura. La levadura no fermenta la sacarosa, primero la hidroliza por la enzima invertasa en glucosa y fructuosa. El azúcar tiene también la propiedad de retener humedad en los productos horneados (glucosa y fructuosa principalmente). -- Los azúcares reaccionan con las proteínas dando lugar a un empareamiento no enzimático en la corteza del pan, color marrón, estas reacciones son del tipo de Maillard. El lustre o barniz en la corteza del pan se debe en parte a una gelatinización del almidón cuando la humedad es excesiva.

#### 8.- Grasa vegetal.

A diferencia de la harina y los huevos que forman la estructura y la endurecen, la grasa vegetal la ablanda. En algunas recetas de productos de panificación se especifica batir la grasa (esto es para incorporar aire) antes de agregarle el resto de los ingredientes. Cuando la masa se cuece en el horno, la grasa se derrite y libera las burbujas de aire que contiene, contribuyendo así a la acción esponjadora del polvo de hornear y del vapor que se está dilatando. Luego la grasa derretida se deposita alrededor de las paredes celulares de la estructura en proceso de coagulación, ablandando y lubricando la textura. Si además se utiliza grasa vegetal proveniente de una leguminosa como la soya, se incrementa el valor nutritivo del producto elaborado.

CAPITULO V  
METODOS Y MATERIAL

## CAPITULO V

### MÉTODOS Y MATERIAL.

#### A.- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Las características químicas y reológicas de la harina se manifiesta en la calidad de panificación. Por lo que se procedió a obtener dos productos alimenticios con harina de trigo, harina de triticale y una mezcla de ambas harinas con el fin de evaluar su calidad panadera.

El equipo utilizado en panificación consistió de:

- una amasadora de tiempos combinados y capacidad para 100 g. de harina.
- una amasadora de tiempos combinados y capacidad para 2000 g. de harina.
- ollas metálicas (aluminio) para fermentación.
- un gabinete de fermentación con una temperatura de 30° C y Humedad relativa saturada de 90% - 100%.
- equipo de rodillos moldeadores mecánicos.
- horno con base rotatoria con resistencias eléctricas en el fondo y en la parte superior a 225°C.
- báscula granataria.
- moldes de panificación para muestras de 100 g. de harina.
- medidor de volumen de pan.
- charolas para hornear.
- material básico de laboratorio.

Los productos alimenticios elaborados fueron:

- Pan de caja: (las harinas empleadas son harinas refinadas) con harina de trigo al 100%, con harina de triticale al 100%, con una mezcla de harina de trigo y harina de triticale al 50%, (dos variedades ).
- Pan de dulce semita: con harina refinada de trigo al 100% con harina refinada de triticale, al 100%, con harina integral de triticale al 100%, con una mezcla de harina refinada de trigo y harina refinada de triticale al 50%, con una mezcla de harina integral de trigo y harina integral de triticale al 50%

Los ingredientes utilizados fueron para el pan de caja:

- Harina de trigo PAVON 76 V-80-81 refinada.
- Harina de triticale ECHIDNA "S" refinada
- Harina de triticale CASORCA 79 V-81-82 refinada.
- Suspensión de levadura comercial comprimida al 12% marca Florida.
- Solución azúcar (20%) y sal (4%)
- Manteca vegetal hidrogenada marca INCA.
- Leche entera en polvo marca NIDO- Nestlé.

Los ingredientes utilizados fueron para el pan de dulce semita:

- Harina refinada de trigo PAVON 76 V-80-81.
- Harina integral de trigo PAVON 76 V-80-81.
- Harina refinada de triticale ECHIDNA "S".
- Harina integral de triticale ECHIDNA "S"
- Solución de piloncillo: 500 ml de agua + 200 g. de piloncillo + 1 raja de canela + 2 g. de anís.
- Levadura instantánea marca Fermipan
- Polvo de hornear marca Royal.
- Manteca vegetal hidrogenada marca INCA
- Huevo

#### B.- PREPARACION DE LA MASA PARA EL PAN DE CAJA.

La fórmula utilizada para la elaboración del pan de caja fue la siguiente:

Fórmula:	Gramos	%
Harina.	100	64.10
Manteca vegetal hidrogenada.	3	1.92
Leche en polvo entera.	3	1.92
Suspensión de levadura al 12%.	25 ml.	16.02
Solución azúcar (20%) y sal (4%).	25 ml.	16.02

Agua (el agua en [ml] se adiciónó de acuerdo a la consistencia obtenida durante el amasado).

El procedimiento general utilizado fue el método aprobado por la AACC 10-10:

- 1.- Se pesaron todos los ingredientes a utilizar de acuerdo a la fórmula.
- 2.- Se prepararon la solución de azúcar-sal y la suspensión de levadura de acuerdo a la fórmula.
- 3.- En recipientes se mezcla el harina determinada con la manteca y la leche (harina de trigo, harina de triticale, -- mezcla de harina de trigo y la de triticale de acuerdo a los porcentajes respectivos: 100%, 100%, 50% y 50%).
- 4.- Se corrió un blanco con el fin de limpiar y comprobar el funcionamiento del material de medición, buretas.
- 5.- Los ingredientes se mezclaron y amasaron de acuerdo a una buena consistencia de la masa. La masa se "poncha" mediante un bolco para eliminar el aire; la masa se coloca en ollas de fermentación perfectamente engrasadas, después se introducen al gabinete de fermentación cuyo control de temperatura es de 30°C y una humedad relativa saturada de 90% a 100%. Aquí se lleva a cabo una fermentación corta con un tiempo total de 105 min. Durante este tiempo se elimina el aire producido mediante un "poncheo" a los 40 min. y a los 80 min. dejando un tiempo de recuperación de 25 min.

Posteriormente la masa se introduce a un rodillo y a un moldeador mecánicos para extraer el aire producido y obtener rollos de masa que se cierran de sus orillas manualmente. Los rollos se colocan en moldes para hornear bien engrasados, se introducen al gabinete de fermentación para una recuperación final de 55 min.

Después de este tiempo la masa leudada fue horneada a 225°C por -- 25 minutos.

El pan obtenido se saca del molde, se pesa y se deja en frío a temperatura ambiente durante 30 minutos, para determinar su volumen en un aparato que mide el volumen por desplazamiento. - Doce horas más tarde la hogaza de pan se corta y se evalúa por sus características de color y textura de la miga o grano.

#### C.- PREPARACIÓN DE LA MASA PARA EL PAN DULCE SEMITA.

La fórmula utilizada para la elaboración del pan de dulce semita fue la siguiente:

	gramos	%
Harina	500 g.	38.46
Piloncillo	200 g.	15.38
Agua	500 ml	38.46
Canela	10 g.	0.77
Anís	2 g.	0.15
Levadura instantánea	3 g.	0.23
Polvos de hornear	3 g.	0.23
Huevo	57 g.	4.4
Manteca vegetal	25 g.	1.92

El procedimiento general utilizado fue el siguiente:

1. Se pesaron todos los ingredientes a utilizar de acuerdo a la fórmula.
2. Se prepara la solución de piloncillo: se disuelve el piloncillo en el agua y se lleva al punto de ebullición, se agrega la canela y el anís y se deja ebullendo por 5 minutos. Se deja enfriar la solución a temperatura ambiente.

Se prepara la suspensión de levadura al 3%

3. Se prepara la levadura madre: dos quintas partes del total de la harina determinada se mezcla con la suspensión de levadura - al 3%. Se amasa en una amasadora mecánica y se adiciona agua - hasta obtener una masa adecuada con un gluten suave; se "poncha" o "bolea" para eliminar el aire de la masa, la cual queda lisa. Se coloca la masa en una olla de fermentación perfectamente engrasada y se introduce al gabinete de fermentación la cual se - deja en reposo durante toda la noche ( 14 horas ).
4. Se mezclan los ingredientes restantes con excepción de la solución de piconcillo, estos se mezclan con la levadura madre y se amasa en una amasadora mecánica, se continúa amasando agregando poco a poco la solución de piconcillo hasta obtener una masa con una buena consistencia; se "pencha" para eliminar el aire - de la masa y se mete a ollas de fermentación perfectamente engrasadas, se dejan reposar dentro del gabinete de fermentación - por 40 minutos. Después de este tiempo se saca la masa, se pesa y se divide en 6 partes, las cuales se moldean y se le dan - forma, se les mide el diámetro y se colocan en charolas engrasadas perfectamente para hornear y se introducen al gabinete de - fermentación. Se deja dentro por 60 minutos, pasado este tiempo se sacan las charolas y se meten al horno a 200°C por 20 minutos.
5. Después de horneadas las semitas se pesan y doce horas más tarde las hogazas de pan se cortan y se evalúan por sus características de sabor, olor, color, apariencia, consistencia y textura de la miga o grano.

#### D.- ANALISIS BROMATOLÓGICOS.

A los productos finales desarrollados se les determinan los siguientes análisis:

ANALISIS BROMATOLÓGICOS.

- *determinación de humedad* Método AACC 44-40
- *determinación de proteína total* Método AACC 44-11
- *determinación de grasa cruda* Método AACC 30-10
- *determinación de cenizas* Método AACC 08-01

E.- ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

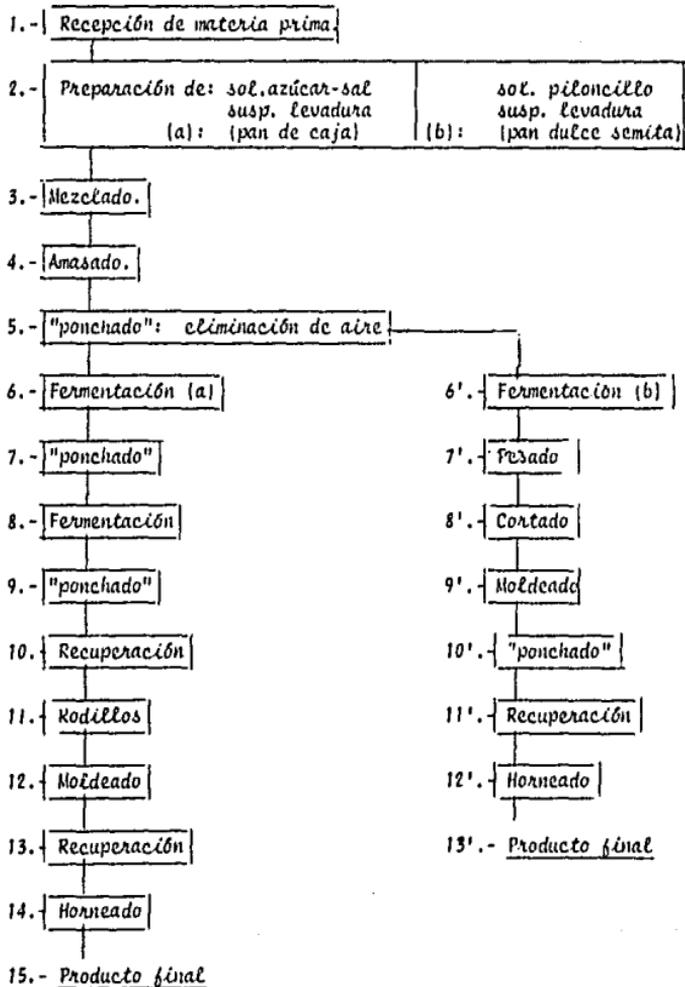
A los productos finales desarrollados se les determinan los siguientes análisis:

- *cuenta de microorganismos coliformes* Método AOAC 46.009 (a)
- *cuenta de hongos y levaduras* Método AOAC 46.011
- *cuenta total de microorganismos* Método AOAC 46.005

F.- EVALUACIÓN SENSORIAL.

G.- ANALISIS ESTADÍSTICO.

DIAGRAMA DE BLOQUES



CAPITULO VI

DISCUSION DE RESULTADOS.

## CAPITULO VI

### DISCUSION DE RESULTADOS

#### PARTE EXPERIMENTAL.

La discusión de resultados de este trabajo se presentaran de la siguiente manera:

- 1.- análisis bromatológicos del pan de caja elaborado con harina refinada de triticale, harina refinada de trigo y su mezcla:  
100% harina refinada de triticale ( 2 variedades)  
50% harina refinada de triticale : 50% harina refinada de trigo  
100% harina refinada de trigo (testigo)  
100% harina refinada de trigo (comercial) pan de caja elaborado.
- 2.- análisis microbiológicos del pan de caja elaborado con harina refinada de triticale, harina refinada de trigo y su mezcla, pan de caja (comercial) elaborado con harina refinada de trigo
- 3.- análisis bromatológicos del pan de dulce semita elaborado con harina refinada de triticale, harina refinada de trigo, y su mezcla:  
100% harina refinada de triticale  
50% harina refinada de triticale : 50% harina refinada de trigo  
100% harina refinada de trigo (testigo)  
100% harina refinada de trigo (comercial)
- 4.- análisis bromatológicos del pan de dulce semita elaborado con harina integral de triticale, harina integral de trigo y su mezcla:  
100% harina integral de triticale  
50% harina integral de triticale : 50% harina integral de trigo  
100% harina integral de trigo (testigo)

- 5.- análisis microbiológicos del pan de dulce semita elaborado con harina refinada de triticale, harina refinada de trigo, y su mezcla, pan de dulce semita (comercial) elaborado con harina refinada de trigo
- 6.- análisis microbiológicos del pan de dulce semita elaborado con harina integral de triticale, harina integral de trigo y su mezcla.
- 1.- Análisis bromatológicos del pan de caja.

Estos análisis realizados en las muestras del pan de caja elaborado con 100% de harina de triticale, reportan hogazas de pan con valores más altos en cenizas, proteínas, grasa y con valores menores de carbohidratos, en relación a los valores reportados para cenizas, proteínas, grasa y carbohidratos en las hogazas de pan de caja elaborado con 100% de harina de trigo (testigo). Sin embargo el reporte de las hogazas de pan de caja elaborado con la mezcla de 50% de harina de triticale y 50% de harina de trigo supera los valores obtenidos en cenizas, proteínas, grasa y con valores menores de carbohidratos, a los valores reportados para cenizas, proteínas, grasa para las hogazas de pan de caja elaborado con 100% de harina de trigo, y en un valor intermedio en relación a las hogazas de pan de caja elaboradas con harina de triticale (2 variedades) Cuadro 17 De las dos variedades de triticale utilizadas en la elaboración del pan de caja, el triticale "CABORCA" presenta los mejores valores en las características químicas observadas, que los valores para las mismas características químicas del triticale "Echidna"

De acuerdo a la literatura presentada en los capítulos anteriores, era de esperarse los resultados obtenidos, ya que el triticale muestra un mayor contenido de cenizas y proteínas. En relación a los carbohidratos, la actividad alfa-amilasa repercute significativamente en esto últimos.

Igualmente, en relación a la literatura, observamos que la variedad del cultivo y su procedencia repercute en la posibilidad de presentarse una variedad mejor que otra en sus diferentes fases como cultivo, grano, harina, producto elaborado (esto sucede en la misma forma con el trigo). Por lo tanto la probabilidad de mejorar el triticale aumenta cada vez más.

Observando los datos obtenidos, y relacionándolos al reporte del análisis bromatológico efectuado en un pan de caja elaborado con harina refinada de trigo (comercial), sin duda -- los reportes para los panes de caja de harina de triticale, de harina de trigo (testigo) y su mezcla presentan valores más altos en cenizas, proteínas y grasa; y menores en carbohidratos, cuadro 19.

Cabe señalar, que los productos elaborados con harina de triticale, harina de trigo y su mezcla para obtener pan de caja, están exentos de cualquier aditivo o mejorador.

## 2.- Análisis Microbiológicos del pan de caja.

Estos análisis reportan un buen control de sanidad en el manejo de la materia prima, durante el proceso de panificación, y en el producto final. Los análisis que se determinaron para cada una de las muestras; pan de caja elaborado con harina de triticale, harina de trigo y su mezcla reportan valores inferiores a los valores reportados para el pan de caja elaborado con trigo (comercial) al cual se le realizó las mismas determinaciones microbiológicas cuadros 18, 20.

3.- Análisis bromatológico del pan de dulce semita elaborado con harinas refinadas.

Estos análisis realizados en las muestras del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale, reporta hogazas de pan con valores más altos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda, en relación a los valores reportados para cenizas proteínas, grasa, fibra cruda en las hogazas de pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo (testigo).

Sin embargo el reporte de las hogazas de pan de dulce semita elaborado con la mezcla de 50% de harina refinada de triticale y 50% de harina refinada de trigo supera los valores obtenidos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda, a los valores reportados para las mismas características químicas tanto en triticale como para trigo. Cuadro 21

De acuerdo a la literatura presentada en los capítulos anteriores, eran de esperarse los resultados obtenidos, ya que el triticale muestra un mayor contenido de cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda. En relación a los carbohidratos la actividad alfa-amilasa repercute significativamente en estos últimos, por lo que los valores reportados para la harina de triticale y la mezcla de ésta con harina de trigo son menores a los reportados para la harina de trigo. Cuadro 21

Observando los datos obtenidos, y relacionándolos al reporte del análisis bromatológico efectuado en un pan de dulce semita elaborado con harina refinada de trigo (comercial), sin duda los reportes para los panes de dulce semita de harina de triticale y su mezcla, de harina de trigo (testigo) presentan valores más altos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda y menores en carbohidratos. Cuadro 23

Cabe señalar, que los productos elaborados con harina de triticale, harina de trigo y su mezcla para obtener pan de dulce semita están exentos de cualquier aditivo o mejorador.

4.- Análisis bromatológico del pan de dulce semita elaborado con harinas integrales.

Estos análisis realizados en las muestras del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticale, reporta hogazas de pan con valores más altos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda en relación a los valores reportados para cenizas, proteínas, fibra cruda, grasa en las hogazas de pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo (testigo), y en relación a las hogazas de pan de dulce semita elaborado con la mezcla de 50% de harina integral de triticale y 50% de harina integral de trigo. Cuadro 21

Sin embargo el reporte de las hogazas de pan de dulce semita elaborado con la mezcla de 50% de harina integral de triticale y 50% de harina integral de trigo reporta valores más altos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda, en relación a los valores obtenidos para estas mismas características en la harina integral de trigo. Cuadro 21

De acuerdo a la literatura presentada en los capítulos anteriores eran de esperarse los resultados obtenidos, ya que el triticale muestra un mayor contenido de cenizas, proteína, grasa, fibra cruda, en harina integral que las características arriba citadas en la harina refinada de triticale. En relación a los -- carbohidratos la actividad alfa-amilasa se incrementa más cuando se utiliza harina integral que cuando se utiliza harina refinada de triticale, y esto repercute significativamente en el contenido de carbohidratos. Cuadro 21

Observando los datos obtenidos, y relacionándolos al reporte del análisis bromatológico efectuado en un pan de dulce semita elaborado con harina refinada de trigo (única de elaboración y venta en el comercio), sin duda los reportes para los panes de dulce semita de harina integral de triticale, harina integral de trigo (testigo) y su mezcla, presentan valores más altos en cenizas, proteínas, grasa, fibra cruda; y menores en carbohidratos. Cuadro 23

5.- Análisis microbiológicos del pan de dulce semita.

Estos análisis reportan un buen control de sanidad en el manejo de la materia prima, durante el proceso de panificación, y en el producto final. Los análisis que se determinaron para cada una de las muestras; pan de dulce semita elaborado con harina refinada de triticale, pan de dulce semita de harina refinada de trigo y pan de dulce semita elaborado con la mezcla de los dos; reportan valores inferiores a los obtenidos por el pan de dulce semita elaborado con harina refinada de trigo (comercial) al cual se le realizaron las mismas determinaciones microbiológicas. Cuadro 22, 24.

6.- Análisis microbiológico del pan de dulce semita elaborado con harina integral.

Estos análisis reportan un buen control de sanidad en el manejo de la materia prima, durante el proceso de panificación y en el producto final. Los análisis que se determinaron para cada una de las muestras; pan de dulce semita de harina integral de triticale y pan de dulce semita de harina integral de trigo y pan de dulce semita elaborado con la mezcla de harinas integrales de trigo y triticale; reportaron valores inferiores a los obtenidos por el pan de dulce semita elaborado con harina refinada de trigo (comercial) al cual se le realizaron las mismas determinaciones microbiológicas. Cuadro 22

EVALUACION DEL VOLUMEN DEL PAN [c.c.]

En cuanto al volumen del pan de caja elaborado, los resultados se muestran en el cuadro 49. Como se observan los resultados del volumen de pan de caja elaborado con 100% de harina refinada (CABORCA) tiene un volumen de 720 c.c.; el cual es menor al obtenido por el pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo (testigo) el cual es de 860 c.c. Este último valor es mayor al obtenido en la elaboración de pan de caja con 100% de harina de triticale (ECHIDNA) el cual es de 640 c.c.

Con respecto al pan de caja elaborado con la mezcla de harina refinada de triticale (CABORCA) y harina refinada de trigo (testigo) al 50%, el volumen obtenido fue de 350 c.c.; en comparación al valor obtenido por el pan de caja con 100% harina refinada de trigo el cual es de 360 c.c.; podemos decir de esto, que la adición de gluten fuerte (debido a la harina de trigo) a la harina débil del triticale, mejora significativamente su volumen casi al igualarlo al volumen obtenido por el pan de caja de trigo.

Con respecto al pan de caja elaborado con la mezcla de harina refinada de triticale (ECHIDNA) y harina refinada de trigo (testigo) al 50%, el volumen obtenido fue de 310 c.c.; el cual igualmente que el anterior y en relación al volumen obtenido por el pan de caja de trigo (testigo), se observa que la adición de gluten fuerte a la harina débil del triticale, mejora enormemente su volumen.

## EVALUACION SENSORIAL.

### PAN DE CAJA.

Como se observa en los cuadros 25, 26, 27, 28, 29, 30, tanto en la evaluación sensorial objetiva como subjetiva más del 85% de las personas lo aceptaron en general. Para la evaluación sensorial objetiva tres panelistas fueron quienes evaluaron el pan de caja de acuerdo a las características: sabor, olor, color, miga -- textura, miga consistencia, apariencia; dando como resultado que el 100% lo aceptaron y el 95.56% lo incluyeron como un producto de buena y muy buena calidad, bajo una escala hedónica del 1 al 5 con las siguientes calificaciones: cuadros 25, 26:

5 = MB (muy bueno)

4 = B (bueno)

3 = R (regular)

2 = S (malo)

1 = NA (pésimo)

Para la evaluación sensorial subjetiva, se llevó a cabo con 10 adultos panelistas bajo las mismas características en la escala hedónica y con la misma calificación. Los resultados se muestran en los cuadros 27, 28. El 100% de las personas evaluadoras aceptan el producto. El 88% de este grupo evaluador lo incluye como un producto de calidad buena y muy buena.

En la evaluación sensorial subjetiva que se llevó a cabo con 10 niños panelistas cuyas edades van de los 8 a los 12 años, se analizó y evaluó el sabor, el olor, el color y la apariencia, ya que a pesar de las explicaciones dadas sobre la diferencia de la miga textura y la miga consistencia, se presentaron confusiones para evaluar las 2 características arriba mencionadas, por lo que se eliminaron por su mínima confiabilidad. Se utilizó igualmente la misma escala hedónica e igual valor numérico para calificar el producto. Los resultados muestran que el 100% de los niños que evaluaron el producto lo aceptaron y el 90% lo incluyó dentro de un producto de buena y muy buena calidad. Cuadro 29, 30.

Vale la pena mencionar que fue el pan de caja de triticale al 100% el que más predilección presentó y el pan de caja de trigo (testigo) al 100% el de menor predilección. Esto puede deberse a al mayor contenido de aldehydos en la harina de triticale [53].

#### EVALUACION SENSORIAL.

##### PAN DE DULCE SEMITA.

Como se observa en los cuadros 37, 38, 39, 40, 41, 42, tanto en la evaluación sensorial objetiva como en la subjetiva la aceptación del producto está por encima del 64%. En la evaluación sensorial objetiva de estos dos productos: semitas con harinas refinadas y semitas con harinas integrales todas con las formulaciones de harina de triticale al 100% (refinada e integral), de harina de trigo (testigo) al 100% (refinada e integral) y en las mezclas al 50% de ambas harinas (refinadas e integrales); se determinaron las características de sabor, olor, color, miga textura, miga consistencia, apariencia. El grupo evaluador formado por tres panelistas analizaron el producto dando los siguientes resultados: el 92% del grupo lo aceptó, el 72% del grupo lo incluyó dentro de un producto bueno y muy bueno. Se utilizó la escala hedónica del 1 al 5 y las calificaciones de las muestras fueron los mismos valores que los determinados para el pan de caja; cuadros 37, 38.

Para la evaluación sensorial subjetiva realizada en el mismo grupo de diez panelistas adultos que evaluaron el pan de caja los resultados de dicha evaluación para las semitas (refinada e integral) se observan en los cuadros 39, 40, siendo el 95% del grupo quienes aceptaron los productos, el 81% los incluyeron como productos buenos y muy buenos (esta evaluación se realizó bajo las mismas características empleadas en las evaluaciones anteriores y bajo las misma forma de calificar).

Para la evaluación sensorial subjetiva realizada en el mismo grupo de los diez niños panelistas que evaluaron el pan de caja, se les pidió determinar el sabor, olor, color, apariencia, bajo las

mismas restricciones al calificar el producto y con las mismas omisiones practicadas en la evaluación sensorial en el pan de caja, por las razones igualmente esclarecidas con anterioridad. Los resultados se muestran en los cuadros 41, 42. El 91% de los niños aceptaron los productos y el 65% los incluyeron como bueno y muy bueno.

Vale la pena mencionar que en el pan de dulce semita la predilección fue para la semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale, la siguiente predilección fue por la mezcla de harina refinada al 50% de triticale y trigo, y la última predilección fue para la semita elaborada con 100% de harina refinada de trigo.

En cuanto a las semitas elaboradas con harina integral, -- fueron precisamente las semitas hechas con harina integral al 100% de triticale las más rechazadas por la textura color y el sabor, siguieron las de menor aceptación las semitas elaboradas con la mezcla al 50% de harinas integrales de triticale y trigo, dejando así las semitas elaboradas con 100% harina integral de trigo las de más predilección.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Como se puede observar por los datos obtenidos del promedio aritmético (valor medio o media), variancia, desviación standard los resultados presentan un mínimo de rango de dispersión del punto medio a los límites inferior y superior, cuadros 34, 35, 36.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial objetiva muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de caja elaborado con la mezcla al 50% de harina de triticale (Caborca y Echidna) y de harina de trigo, siguiendo en menor aceptación el pan elaborado con 100% harina de trigo, el pan elaborado con 100% de harina de triticale Caborca y por último el pan elaborado con 100% de harina de triticale Echidna; cuadro 34, cuyos valores se delimitan entre 4.28 y 4.89 (respectivamente 27.77% y 83.33%, porcentajes que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro--

26); de acuerdo a esto la aceptación de los productos de pan de caja elaborados se inclina a señalarlos como buenos en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 34, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.09 y 0.605; y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.31 y 0.78.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (adultos) muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de caja elaborado con la mezcla al 50% de harina de triticale (Caborca y Echidna) y de harina de trigo, siguiendo en menor aceptación el pan elaborado con -- 100% de harina de triticale Echidna, el pan elaborado con 100% de harina de triticale Caborca y por último el pan elaborado con 100% de harina de trigo; cuadro 35, cuyos valores se delimitan entre 4.06 y 4.38 (25% y 40% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 28); de acuerdo a esto la aceptación de los productos de pan de caja elaborados se inclina a señalarlos como buenos en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 35, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.332 y 0.543; y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.576 y 0.737.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (niños) muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de caja elaborado con 100% de harina de triticale Caborca, siguiendo en menor aceptación, -- las mezclas al 50% de harina de triticale (Caborca y Echidna) y de -- harina de trigo, el pan elaborado con 100% de harina de triticale Echidna y por último el pan elaborado con 100% de harina de trigo; -- cuadro 36, cuyos valores se delimitan entre 3.72 y 4.42 (7.5% y 47.5% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 30); de acuerdo a esto la -- aceptación de los productos de pan de caja elaborados se inclina a se -- ñalarlos como buenos en general. Los resultados de las desviaciones-

con respecto a la media se muestran en el cuadro 36, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.26 y 0.349 y para la desviación standard estos límites se encuentran entre 0.509 y 0.591.

Como se observa en los resultados de las desviaciones con respecto a la media, variancia y desviación standard, los límites inferior y superior respectivos de cada uno de ellos son menores a 1, por lo tanto resulta ser poco significativo para ambos extremos de la escala. (pan de caja elaborado con harina de trigo y triticale).

El análisis estadístico de la evaluación sensorial objetiva muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale Echidna, y la mezcla del 50% de harina refinada de triticale Echidna y 50% de harina refinada de trigo, siguiendo en menor aceptación la semita elaborada con 100% de harina refinada de trigo; cuadro 46, cuyos valores se delimitan entre 4.22 y 4.38 (27.78% y 44.44% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 38). De acuerdo a lo anterior la aceptación de los productos de pan de dulce semita elaborados se inclina a señalarlos como buenos en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 46, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.284 y 0.348; y para la desviación standard estos límites se encuentran entre 0.533 y 0.590.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (adultos) muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elaborado con la mezcla del 50% de harina refinada de triticale Echidna y 50% de harina refinada de trigo, y la semita elaborada con 100% de harina de triticale Echidna, siguiendo en menor aceptación la semita elaborada con 100% de harina refinada de trigo; cuadro 47, cuyos valores se delimitan entre 4.43 y 4.56 (51.66% y 54.33% respectivamente, porcentajes obtenidos y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 40).

De acuerdo a lo anterior la aceptación de los productos de pan de dulce semita elaborados se inclina a señalarlos como buenos - en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 47, en donde, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.278 y 0.445; y para la desviación standard, éstos límites se encuentran entre 0.528 y -- 0.667.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (niños) muestra en los resultados del promedio estadístico dado - por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elabo- rado con 100% de harina de triticale Echidna refinada, y siguiendo - en menor aceptación la mezcla del 50% de harina refinada de tritica- le Echidna y 50% de harina refinada de trigo, y, la semita elaborada con 100% de harina refinada de trigo; cuadro 48, cuyos valores se de limitan entre 4.3 y 4.45 (37.50% y 52.50% respectivamente y que co- rresponden al promedio global de las características evaluadas senso- rialmente, cuadro 42). De acuerdo con lo anterior la aceptación de- los productos de pan de dulce semita elaborados se inclina a señalar los como buenos en general. Los resultados de las desviaciones con- respecto a la media se muestran en el cuadro 48, en donde, para la- variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.36 y 0.41 y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.6 y 0.64.

Como se observa en los resultados de las desviaciones con- respecto a la media, variancia y desviación standard, los límites inferior y superior respectivos de cada uno de ellos son menores a 1, - por lo tanto resulta ser poco significativo para ambos extremos de - la escala. (para el pan de dulce semita elaborado con harina refina- da de triticale y de trigo).

El análisis estadístico de la evaluación sensorial objetiva muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo, siguiendo en aceptación la mezcla del-- 50% de harina integral de triticale Echidna y 50% de la harina inte-

gral de trigo, semita elaborada con 100% de harina integral de triticale Echidna; cuadro 46, cuyos valores se delimitan entre 3.27 y 4.05 (5.556% y 16.67% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 38). De acuerdo a lo anterior la aceptación de los productos de pan de dulce semita elaborados se inclina a señalarlos como regulares en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 46, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.274 y 0.882; y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.524 y 0.939.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (adultos) muestra en los resultados del promedio estadístico dado por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo, siguiendo en menor aceptación la semita con 100% de harina integral de triticale Echidna, por último la mezcla del 50% de harina integral de triticale Echidna y el 50% de harina integral de trigo, cuadro 47, cuyos valores se delimitan entre 3.43 y 4.05 (5.0% y 30% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 40). De acuerdo a lo anterior la aceptación de los productos de pan de dulce semita elaborados se inclina a señalarlos como regulares en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 47, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.580 y 0.678; y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.762 y 0.823

El análisis estadístico de la evaluación sensorial subjetiva (niños) muestra en los resultados del promedio estadístico dado -- por la media aritmética, la aceptación del pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo, siguiendo en menor aceptación la mezcla al 50% de harina integral de triticale Echidna y 50% de harina integral de trigo, la semita con 100% de harina integral de triticale Echidna, cuadro 48, cuyos valores se delimitan entre 3.12 y 3.37 (2.50% y 2.50% respectivamente y que corresponden al promedio global de las características evaluadas sensorialmente, cuadro 42). De acuerdo a lo anterior la aceptación de los productos de pan de dulce

semita elaborados se inclina a señalarlos como regulares en general. Los resultados de las desviaciones con respecto a la media se muestran en el cuadro 48, para la variancia los límites inferior y superior se encuentran entre 0.46 y 0.659 y para la desviación standard éstos límites se encuentran entre 0.678 y 0.812.

Como se observa en los resultados de las desviaciones con respecto a la media, variancia y desviación standard, los límites inferior y superior respectivos de cada uno de ellos son menores a 1, por lo tanto resulta ser poco significativo para ambos extremos de la escala. (para el pan de dulce semita elaborado con harina integral de triticale y de trigo).

Con los análisis estadísticos realizados corroboramos los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales, ya que con éstos resultados de valores medios, desviaciones con respecto a la media, variancia y desviaciones standards se correlacionan a los porcentajes respectivos de dichas evaluaciones.

Se decidió además determinar una conjetura o hipótesis mediante la cual suponemos la probabilidad de diferencia entre las --muestras, llamada hipótesis nula, denotada por  $H_0$ ; hipótesis alternativa, denotada por  $H_1$ ; valores estandarizados dentro de la curva, denotada por  $Z$ . (Apéndice II).

Para la evaluación sensorial objetiva del pan de caja tenemos los valores de  $Z$  en el cuadro 34, donde  $Z_1, Z_2, Z_4$  caen dentro de la curva de la zona de aceptación; el valor de  $Z_3$  cae fuera de la --curva en la zona de rechazo, es decir hay diferencia entre las formulaciones de  $C_3$  y  $C_4$ , lo cual se ha corroborado por el análisis estadístico. Esta diferencia significa que la formulación  $C_3$  se rechaza con respecto a la formulación  $C_4$ . Definitivamente esto es congruente, ya que son precisamente las formulaciones  $C_4$  y  $C_2$ , las que mejores valores medios presentaron (4.89 y 4.72) y cercanos a la calificación más alta (5 - muy bueno) en relación a las formulaciones  $C_2$  y  $C_3$  cuyos valores medios (4.44 y 4.28) se acercan a la siguiente calificación (4 - bueno), cuadro 34. Estos resultados refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por la evaluación sensorial objetiva para el pan de caja elaborado con harina de triticale y trigo.

Para la evaluación sensorial subjetiva (adultos) del pan de caja los valores de  $Z$  en el cuadro 35,  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  caen en la curva de la zona de la aceptación, no señalan los panelistas ninguna diferencia y esto se corrobora por el análisis estadístico, cuyos valores medios se acercan a la calificación (4 - bueno), cuadro 35. Estos resultados refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por la evaluación sensorial subjetiva para el pan de caja elaborado con harina de triticale y trigo.

Para la evaluación sensorial subjetiva (niños) del pan de caja los valores de  $Z$  en el cuadro 36,  $Z_2, Z_3, Z_4$  caen en la curva de la zona de aceptación; el valor de  $Z_1$  cae fuera de la curva en la zona de rechazo, es decir hay diferencia entre las formulaciones de  $C_1$  y  $C_2$ , lo cual se ha corroborado por el análisis estadístico. Esta diferencia significa que la formulación  $C_1$  se rechaza con respecto a la formulación  $C_2$ . Los valores medios de  $C_2, C_3, C_4, C_5$  se acercan a la calificación (4 - bueno), mientras que  $C_1$  se acerca a la calificación de (3 - regular), cuadro 36. Estos resultados refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por la evaluación sensorial subjetiva (niños) para el pan de caja elaborado con harina de triticale y trigo.

Para la evaluación sensorial objetiva del pan de dulce semita elaborado con harinas refinadas, tenemos los valores de  $Z$  en el cuadro 46,  $Z_1, Z_2$  caen en la curva dentro de la zona de aceptación, y esto se corrobora con el análisis estadístico. Para las evaluaciones sensoriales subjetivas, adultos y niños, del pan de dulce semita elaborado con harinas refinadas, tenemos que los valores de  $Z$  en ambas evaluaciones, cuadros 47 y 48,  $Z_1, Z_2$  caen dentro de la curva en la zona de aceptación, lo cual se corroboran por los análisis estadísticos, cuyos valores medios se acercan a la calificación (4 - bueno), cuadros 46, 47, 48. Estos resultados obtenidos refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por las tres evaluaciones sensoriales objetiva, subjetiva (adultos), subjetiva (niños) para el pan de dulce semita elaborado con harinas refinadas de triticale y de trigo.

Para la evaluación sensorial objetiva y subjetiva (adultos) del pan de dulce semita elaborado con harinas integrales, tenemos los valores de  $Z$ , en los cuadros 46, 47; donde  $Z_1$  cae dentro de la curva en la zona de aceptación; el valor de  $Z_2$  cae fuera de la curva en la zona de rechazo, es decir hay diferencias entre las formulaciones  $T_4$  y  $T_5$  en ambas evaluaciones sensoriales y esto se corrobora en los análisis estadísticos. Estas diferencias significan que la formulación  $T_5$  se rechaza en relación a la formulación  $T_6$ , en ambas evaluaciones sensoriales, donde  $T_4$  y  $T_5$  presentan valores medios cercanos a la calificación (3 - regular) y  $T_6$  presenta valores cercanos a la calificación (4 - bueno), cuadros 46 y 47. Estos resultados obtenidos refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por las dos evaluaciones sensoriales objetiva y subjetiva (adultos) para el pan de dulce semita elaborado con harinas integrales de triticale y trigo.

Para la evaluación sensorial subjetiva (niños) del pan de dulce semita elaborado con harinas integrales, tenemos los valores de  $Z$ , en el cuadro 48; donde  $Z_1, Z_2$  caen dentro de la curva en la zona de aceptación, y esto se corrobora con el análisis estadístico, cuyos valores medios se acercan a la calificación (3 - regular), y se encuentran en el cuadro 48. Estos resultados refuerzan aún más las observaciones y resultados obtenidos por la evaluación sensorial subjetiva (niños) para el pan de dulce semita elaborado con harinas integrales de triticale y de trigo.

CUADRO 17

ANALISIS BROMATOLÓGICOS

( % en peso )

PAN DE CAJA.

PRODUCTO	CENIZAS	PROTEINA	HUMEDAD	GRASA	CARBOHIDRATOS
C1	1.64	9.0	34	5.0	50.36
C2	2.01	11.7	33	5.4	47.89
C3	1.89	11.2	32	5.1	49.81
C4	1.88	11.4	34	6.1	46.52
C5	1.85	11.6	32	5.8	48.75

C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PÁVON

C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABORCA".

C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticale "CABORCA" y 50% de harina refinada de trigo PAVON.

C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA" y 50% de harina refinada de trigo PAVON.

CUADRO 18

ANALISIS MICROBIOLOGICOS

{ col./gr. }

PAN DE CAJA

PRODUCTO	COLIFORMES	HONGOS Y LEVADURAS	CUENTA BACTERIANA
C1	neg.	neg.	1,000
C2	neg.	neg.	1,200
C3	neg.	neg.	1,500
C4	neg.	neg.	1,300
C5	neg.	neg.	1,400

C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.

C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticales  
"CABORCA".

C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticales  
"ECHIDNA".

C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticales  
"CABORCA" y 50% de harina refinada de trigo PAVON

C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticales  
"ECHIDNA" y 50% de harina refinada de trigo PAVON.

CUADRO 19

ANALISIS BRONATOLÓGICOS.

( % en peso )

PAN DE CAJA COMERCIAL.

PRODUCTO	CENIZAS	PROTEINA	HUMEDAD	GRASA	CARBOHIDRATOS
PAN COMERCIAL.	1.6	8	37	2.1	51.2

CUADRO 20

ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

( col./gr. )

PAN DE CAJA COMERCIAL.

PRODUCTO	COLIFORMES	HONGOS Y LEVADURAS	CUENTA BACTERIANA
PAN COMERCIAL.	neg.	10 col./gr.	15,000

CUADRO 21

ANÁLISIS BRONATOLÓGICOS.

( % en peso )

PAN DE DULCE: SEMITA

PRODUCTO	CENIZAS	PROTEINAS	HUVEDAD	GRASA	CARBOHIDRATOS	FIBRA CRUDA
T1	1.75	10.00	19.0	5.9	62.22	1.13
T2	2.14	12.99	19.2	6.0	58.39	1.28
T3	1.865	12.92	19.2	6.5	58.05	1.46
T4	3.22	13.6	18.6	7.5	55.08	2.0
T5	3.08	13.8	18.5	7.3	55.56	1.76
T6	2.35	11.6	18.4	7.0	59.32	1.33

T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.

T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticales E-CHIDNA y 50% de harina refinada de trigo PAVON.

T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticales E-CHIDNA.

T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticales E-CHIDNA.

T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticales E-CHIDNA y 50% de harina integral de trigo PAVON.

T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

CUADRO 22

ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

( col/gm. )

PAN DE DULCE: SEMITA.

PRODUCTO	COLIFORMES	HONGOS Y LEVADURAS	CUENTA BACTERIANA
T1	neg.	neg.	1,100
T2	neg.	neg.	1,300
T3	neg.	neg.	1,400
T4	neg.	neg.	1,800
T5	neg.	neg.	1,700
T6	neg.	neg.	1,500

- T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticales E-CHIDNA y 50% de harina refinada de trigo PAVON.
- T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticales E-CHIDNA.
- T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticales E-CHIDNA.
- T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticales E-CHIDNA y 50% de harina integral de trigo PAVON.
- T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

CUADRO 23

ANALISIS BRONATOLÓGICOS

( % en peso )

PAN DE DULCE: SEMITA COMERCIAL

PRODUCTO	CENIZAS	PROTEINA	HUMEDAD	GRASA	CARBOHIDRATOS	FIBRA CRUDA
PAN COMERCIAL	1.7	10	17	2	68.4	0.9

CUADRO 24

ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

( col./gr. )

PAN DE DULCE: SEMITA COMERCIAL

PRODUCTO	COLIFORMES	HONGOS Y LEVADURAS	CUENTA BACTERIANA
PAN COMERCIAL	neg.	5 col./gr.	13,000

CUADRO 25

(Adultos) EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

## PAN DE CAJA

	SABOR					OLOR					COLOR					MIGA TEXTURA					MIGA CONSISTENCIA					APARIENCIA				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
1	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5
2	4	5	5	4	5	3	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4
3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4

CUADRO 26

(adultos) EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAN DE CAJA.

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	PESTIMO	TOTAL
C1	66.67%	27.77%	5.56%	----	-----	100%
C2	61.11%	22.22%	16.67%	----	-----	100%
C3	27.77%	72.23%	-----	----	-----	100%
C4	83.33%	16.67%	-----	----	-----	100%
C5	72.23%	27.77%	-----	----	-----	100%

El 100% de las personas que evaluaron el producto desarrollado, lo aceptaron. El 45.56% de los panalistas clasificaron al producto en la calidad de bueno y muy bueno.

- C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABORCA".
- C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".
- C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo Pavon y 50% de harina de triticale "CABURCA".
- C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo PAVON y 50% de harina de triticale "ECHIDNA".

CUADRO 27

[Aductos] EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. [escala hedónica. calif. del 1 al 5]

PAN DE CAJA.

	SABOR					OLOR					COLOR					MIGA TEXTURA MIGA CONSISTENCIA APARIENCIA														
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5					
1	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	3	5	4	3	4	3	4	4	3	5	4	5	4	5	4	4
2	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5
3	3	4	5	5	5	3	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5
4	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5
5	4	4	5	4	5	3	5	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5
6	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
7	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
8	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
9	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	5
10	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	5	5

CUADRO 28

(Adultos) EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica del 1 al 5)

PAN DE CAJA

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	PESIMO	TOTAL
C1	25.00%	56.67%	18.33%	----	-----	100%
C2	36.67%	48.33%	15.00%	----	-----	100%
C3	28.33%	55.00%	16.67%	----	-----	100%
C4	40.00%	55.00%	5.00%	----	-----	100%
C5	40.00%	55.00%	5.00%	----	-----	100%

El 100% de las personas que evaluaron el producto desarrollado lo aceptaron. El 88% de los panelistas clasificaron al producto en la calidad de bueno y muy bueno.

- C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABORCA".
- C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".
- C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de trigo PAVON y 50% de harina refinada de triticale "CABORCA".
- C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de trigo PAVON y 50% se harina refinada de triticale "ECHIDNA".

CUADRO 29

(Niños) EVALUACIÓN SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

## PAN DE CAJA

	SABOR					OLOR					COLOR					APARIENCIA				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
1	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	3	5	4	5
2	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5
3	4	5	4	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	5	4	4	4
4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	3	4	3	4	5
5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	3	5	5	4	4	3	5	4	4	5
6	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	3	5	5
7	4	5	5	4	4	3	4	4	5	5	4	4	5	5	4	3	3	4	4	4
8	3	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4
9	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	5	5
10	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4

CUADRO 50

[Niños] EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAV DE CAJA.

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	PESIMO	TOTAL
C1	7.5%	57.50%	35.00%	----	-----	100%
C2	47.50%	47.50%	5.00%	----	-----	100%
C3	30.00%	65.00%	5.00%	----	-----	100%
C4	35.00%	62.50%	2.50%	----	-----	100%
C5	42.50%	55.00%	2.50%	----	-----	100%

El 100% de los niños que evaluaron el producto desarrollado lo aceptaron. El 40% de los niños panelistas lo clasificaron en la calidad de bueno y muy bueno.

- C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABURCA".
- C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".
- C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo PAVON y 50% de harina de triticale "CABURCA".
- C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo PAVON y 50% de harina de triticale "ECHIDNA".

CUADRO 31

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
OBJETIVA (tres panelistas adultos) PARA EL PAN DE CAJA.

CALIF.	SABOR					OLOR					COLOR					M. TEXTURA					M. CONSISTENCIA					APARIENCIA				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
5	0	3	2	2	2	0	3	3	2	2	3	3	0	3	3	3	0	0	3	2	3	0	0	3	3	3	2	0	3	1
4	5	0	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	3	0	1	0	3	3	0	0	0	1	3	0	2
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 32

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
SUBJETIVA (diez panelistas adultos) PARA EL PAN DE CAJA.

CALIF.	SABOR					OLOR					COLOR					M. TEXTURA					M. CONSISTENCIA					APARIENCIA				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
5	3	6	6	7	6	0	7	5	6	8	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	3	3	0	4	4	5	7	5	7	7
4	5	4	4	3	4	6	2	5	4	2	5	7	6	8	8	6	6	6	9	8	7	5	5	5	5	5	3	5	3	3
3	2	0	0	0	0	4	1	0	0	0	5	3	4	1	1	0	4	4	1	2	0	2	4	2	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 33

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
SUBJETIVA (diez niños panelistas) PARA EL PAN DE CAJA.

CALIF.	SABOR					OLOR					COLOR					APARIENCIA				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
5	0	7	3	4	3	0	6	3	4	5	3	2	5	2	2	0	4	1	3	6
4	7	3	7	6	7	6	4	7	6	5	4	8	5	7	7	6	6	7	7	4
3	3	7	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	1	1	4	0	2	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.

C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABORCA".

C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de trigo PAVON Y 50% de harina refinada de triticale "CABORCA".

C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de trigo PAVON y 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

CUADRO 34

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA DEL PAN DE CAJA (adultos).

FORMUL.	$\bar{X}$	X	f	X-X	(X-X) <sup>2</sup>	f(X-X) <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	S	
(a)	4.61	5	12	0.39	0.1521	1.8252			
C <sub>1</sub>		4	5	-0.61	0.3721	1.8605	0.348	0.59	
		3	1	-1.61	2.59	2.59			Z <sub>1</sub> = 0.7372
C <sub>2</sub>	X	5	11	0.6	0.36	3.96			
	4.44	4	4	-0.44	0.1936	0.7744	0.608	0.78	
		3	3	-1.44	2.0736	6.2208			Z <sub>2</sub> = 0.7543
C <sub>3</sub>	X	5	5	0.72	0.5216	2.608			
	4.28	4	13	-0.28	0.0784	1.019	0.201	0.45	Z <sub>3</sub> = -4.721
C <sub>4</sub>	X	5	16	0.11	0.012	0.1975			
	4.89	4	2	-0.89	0.7921	1.5842	0.098	0.31	Z <sub>4</sub> = 1.3198
C <sub>5</sub>	X	5	13	0.27	0.0777	1.0030			
	4.72	4	5	-0.72	0.5124	2.592	0.199	0.44	

$\bar{X}$  = media o valor medio.

X = calificación

f = frecuencia.

X-X = desviación media.

(X-X)<sup>2</sup> = cuadrado de la desviación media.

f(X-X)<sup>2</sup> = frecuencia (suma) del cuadrado de la desviación media.

S<sup>2</sup> = variancia.

S = desviación standard o desviación típica.

Z = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por el nivel de significación (0.05).

CUADRO 35

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA DEL PAN DE CAJA (adultos).

FORMUL.	$\bar{X}$	$x$	$f$	$x-\bar{X}$	$(x-\bar{X})^2$	$f(x-\bar{X})^2$	$S^2$	$S$	
(a)	4.06	5	15	0.93	0.870	13.05			
$C_1$		4	34	-0.06	0.0036	0.1224	0.425	0.652	
		3	11	-1.06	1.1236	12.3696			$Z_1 = -1.3357$
$C_2$	$\bar{X}$	5	23	0.79	0.6241	14.3543			
	4.21	4	27	-0.21	0.0441	1.1907	0.505	0.709	
		3	10	-1.21	1.4641	14.641			$Z_2 = 0.1515$
$C_3$	$\bar{X}$	5	25	0.76	0.5877	14.69			
	4.23	4	24	-0.23	0.0529	1.2695	0.543	0.737	
		3	11	-1.23	1.5129	16.6419			$Z_3 = -1.0761$
$C_4$	$\bar{X}$	5	25	0.64	0.4096	10.24			
	4.36	4	32	-0.36	0.1296	4.1472	0.332	0.576	
		3	3	-1.36	1.8496	5.5488			$Z_4 = -0.1894$
$C_5$	$\bar{X}$	5	26	0.62	0.3844	9.9944			
	4.38	4	31	-0.38	0.1444	4.4764	0.336	0.58	
		3	3	-1.38	1.9044	5.7132			

$\bar{X}$  = media o valor medio.

$x$  = calificación.

$f$  = frecuencia

$x-\bar{X}$  = desviación media.

$(x-\bar{X})^2$  = cuadrado de la desviación media.

$f(x-\bar{X})^2$  = frecuencia (suma) del cuadrado de la desviación media.

$S^2$  = variancia.

$S$  = desviación standard o desviación típica.

$Z$  = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por  $\alpha$  o nivel de significación (0.05).

CUADRO 36

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA DEL PAN DE CAJA (niños).

FORMUL.	$\bar{X}$	X	f	X-X	(X-X) <sup>2</sup>	f(X-X) <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	S	
(a) C <sub>1</sub>	3.72	5	3	1.275	1.6256	4.8768	0.349	0.591	Z <sub>1</sub> = -5.31
		4	23	-0.275	0.0756	1.7393			
		3	14	-0.725	0.5256	7.3587			
C <sub>2</sub>	4.42	5	19	0.575	0.3306	6.2818	0.344	0.586	Z <sub>2</sub> = 1.3933
		4	19	-0.425	0.1806	3.4318			
		3	2	-1.425	2.0306	4.0612			
C <sub>3</sub>	4.25	5	12	0.75	0.5625	6.75	0.287	0.536	Z <sub>3</sub> = -0.4277
		4	26	-0.25	0.0625	1.625			
		3	2	-1.25	1.5625	3.125			
C <sub>4</sub>	4.3	5	13	0.7	0.49	6.37	0.26	0.509	Z <sub>4</sub> = -0.6426
		4	26	-0.3	0.09	2.34			
		3	1	-1.3	1.69	1.69			
C <sub>5</sub>	4.37	5	16	0.625	0.3906	6.25	0.2843	0.533	
		4	23	-0.375	0.1406	3.2346			
		3	1	-1.375	1.8906	1.8906			

$\bar{X}$  = media o valor medio

X = calificación.

f = frecuencia.

X-X = desviación media.

(X-X)<sup>2</sup> = cuadrado de la desviación media.

f(X-X)<sup>2</sup> = frecuencia (suma) del cuadrado de la desviación media.

S<sup>2</sup> = variancia.

S = desviación standard o desviación típica.

Z = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por  $\alpha$  o nivel de significación (0.05).

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION DEL PAN DE CAJA

FORMULACIONES: (a)

- C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticales "CABORCA".
- C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticales "ECHIDNA".
- C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo PAVON y 50% de harina de triticales "CABORCA".
- C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina de trigo PAVON y 50% de harina de triticales "ECHIDNA".

Cuando los valores de  $Z$  están dentro de los límites  $-1.96$  a  $+1.96$

la hipótesis nula  $H_0$  se acepta:  $H_0 = \mu x_1 = \mu x_2$

Cuando los valores de  $Z$  están fuera de los límites  $-1.96$  a  $+1.96$

la hipótesis nula  $H_0$  se rechaza:  $H_0 = \mu x_1 \neq \mu x_2$

la hipótesis alternativa se acepta:  $H_1 = \mu x_1 \neq \mu x_2$

(Aduktos) EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAN DE DULCE: SEMITA

- 131 -

	SABOR						OLOR						COLOR						MIGA TEXTURA						MIGA CONSISTENCIA						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	5	4	3	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	2	3	4	3	3	5	4	2	4	4	4	5	3	4	4	4	4	3	2	3	3
2	4	4	4	3	4	4	4	5	4	3	3	3	4	4	4	2	3	4	5	5	4	3	3	4	4	5	5	3	4	4	4	5	5	3	3	4
3	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	5	5	4	3	5	4	5	5	4	4	3	5

CUADRO 38

(Adultos) EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAN DE DULCE: SEMITA

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	PESTHO	TOTAL
T1	27.78%	66.67%	5.56%	----	----	100.01%
T2	44.44%	50.00%	5.56%	----	----	100%
T3	44.44%	50.00%	5.56%	----	----	100%
.....						
T4	5.56%	33.33%	44.44%	16.67%	----	100%
T5	5.56%	5.56%	55.56%	33.33%	----	100.07%
T6	16.67%	72.22%	11.11%	----	----	100%

El 92% de las personas que evaluaron el producto desarrollado lo aceptaron. El 72% de los panelistas lo clasificaron en la calidad de bueno y muy bueno.

T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.

T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina refinada de trigo PAVON.

T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticale "ECHIDNA".

T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina integral de trigo PAVON.

T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

CUADRO 39

[Adultos] EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. [escala hedónica, calif. del 1 al 5]

## PAN DE DULCE: SEMITA

	SABOR						OLOR						LOLOR						MIGA TEXTURA						MIGA CONSISTENCIA						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	2	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5
2	4	4	5	3	3	4	5	5	5	3	4	5	5	4	5	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5
3	3	5	5	5	2	4	4	3	3	4	3	5	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	2	2	3	5	5	5	4	4	4
4	3	5	3	2	3	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	3	4	5	5	4	4	4
5	4	4	5	3	2	4	4	4	5	4	3	4	2	4	5	2	3	4	4	4	5	4	2	4	4	4	5	4	2	3	4	4	4	4	4	4
6	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	2	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4
7	4	5	4	3	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	4	4	3	3	4	5	5	4	2	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	3	2	3
8	5	5	4	4	3	4	4	5	5	4	3	4	4	5	5	4	2	4	5	4	5	3	3	4	5	5	5	4	3	3	5	4	5	3	4	3
9	5	4	4	3	4	3	5	5	4	5	4	3	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	5	4	4	2	4	3	5	5	4	4	4	3
10	5	5	5	3	3	4	4	5	4	3	3	4	5	5	4	3	4	5	5	5	4	2	2	2	5	5	3	3	3	3	4	4	5	3	4	4

CUADRO 40

(Adultos) EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAN DE DULCE: SEMITA.

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	PESTIMO	TOTAL
T1	51.56%	41.66%	5.0%	3.33%	----	100%
T2	58.33%	40.00%	1.66%	----	----	99.99%
T3	53.33%	40.00%	6.66%	----	----	100%
-----						
T4	10.00%	55.00%	25.00%	10.00%	----	100%
T5	5.00%	50.00%	28.33%	16.66%	----	99.99%
T6	30.00%	46.66%	21.66%	1.66%	----	99.98%

El 95% de las personas que evaluaron el producto desarrollado lo aceptaron. El 81% de los panelistas lo clasificaron en la calidad de bueno y muy bueno.

- T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina refinada de trigo PAVON.
- T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".
- T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticale "ECHIDNA".
- T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina integral de trigo PAVON.
- T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

CUADRO 41

(Niños) EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica. catif. del 1 al 5)

PAN DE DULCE: SEMITA

	SABOR						OLOR						COLOR						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	5	4	5	3	3	3	4	4	4	3	3	2	4	4	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	3	2	2	4	4	5	3	2	2	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
3	4	5	5	2	3	2	4	4	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	5	4	4	4
4	5	5	5	3	3	4	5	5	4	3	3	2	5	5	5	4	3	3	4	4	4	3	3	4
5	4	4	5	3	2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	5	5	5	4	3	4
6	5	5	4	3	3	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
7	5	5	4	3	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	2	3	4	4	4	4	4	4
8	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
9	5	5	5	3	4	4	5	5	5	3	3	4	4	3	4	2	2	2	4	4	4	2	2	2
10	4	4	5	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	3	2	3	3	3	3	2	2	3

CUADRO 42

(Niños) EVALUACIÓN SENSORIAL SUBJETIVA. (escala hedónica, calif. del 1 al 5)

PAN DE DULCE: SEMITA

---

PRODUCTO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	HALO	PESIMO	TOTAL
T1	57.50%	55.00%	7.50%	----	-----	100%
T2	40.00%	50.00%	10.00%	----	-----	100%
T3	52.50%	40.00%	7.50%	----	-----	100%
-----						
T4	2.50%	27.50%	57.50%	12.50%	-----	100%
T5	2.50%	32.50%	40.00%	25.00%	-----	100%
T6	2.50%	50.00%	30.00%	17.50%	-----	100%

---

El 91% de los niños panelistas que evaluaron el producto desmenuado lo aceptaron. El 65% de los niños lo clasificaron en la calidad de bueno y muy bueno.

- T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina refinada de trigo PAVON.
- T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".
- T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticale "ECHIDNA".
- T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina integral de trigo PAVON.
- T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

CUADRO 43

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
OBJETIVA (tres panelistas adultos) PARA EL PAN DE DULCE: SEMITA.

CALIF.	SABOR						OLOR						COLOR						M. TEXTURA						M. CONSISTENCIA						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
5	1	1	2	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2	2	0	1	0	1	2	1	1	0	1
4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	0	0	3	1	1	2	1	0	3	2	1	1	0	2	3	2	1	1	1	0	1	
3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	3	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	3	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 44

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
SUBJETIVA (diez panelistas adultos) PARA EL PAN DE DULCE: SEMITA.

CALIF.	SABOR						OLOR						COLOR						M. TEXTURA						M. CONSISTENCIA						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
5	4	6	5	0	0	2	5	5	3	1	1	3	7	3	4	1	1	5	6	7	7	1	0	3	5	7	6	2	1	3	4	7	7	0	0	2
4	3	4	4	4	4	7	5	4	6	7	3	6	2	7	5	5	3	4	4	3	3	6	6	5	5	3	3	5	5	1	6	3	3	7	9	5
3	3	0	1	4	4	1	0	1	1	2	6	7	0	0	1	3	4	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	6	0	0	0	3	0	3
2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 45

ELEMENTOS QUE CORRESPONDEN A LAS CALIFICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL  
SUBJETIVA (diez niños panelistas) PARA EL PAN DE DULCE SEMITA.

CALIF.	SABOR						OLOR						COLOR						APARIENCIA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
5	6	6	8	0	0	0	5	5	5	0	0	0	2	5	5	0	0	0	2	2	3	1	1	1
4	4	4	2	0	3	7	5	5	4	3	5	6	7	5	4	3	1	1	6	6	5	5	4	6
3	0	0	0	9	5	1	0	0	1	7	4	1	1	0	1	5	4	8	2	2	2	2	3	2
2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	1	3	0	0	0	2	5	1	0	0	0	2	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina refinada de trigo Pavon.

T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo Pavon.

T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticale "ECHIDNA".

T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticale "ECHIDNA", y 50% de harina integral de trigo Pavon.

T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo Pavon.

CUADRO 46

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL OBJETIVA  
DEL PAN DE DULCE: SEMITA (adultos).

FORMUL.	$\bar{X}$	X	f	X-X	(X-X) <sup>2</sup>	f(X-X) <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	S	
(b) T1	4.22	5	5	0.78	0.6084	3.042	0.284	0.533	
		4	12	-0.22	0.0484	0.5808			
		3	1	-1.22	1.4884	1.4884			
T2	4.38	5	8	0.62	0.3844	3.0752	0.348	0.590	$Z_1 = -0.8537$
		4	9	-0.38	0.1444	1.2996			
		3	1	-1.38	1.9044	1.9044			
T3	4.38	5	8	0.62	0.3844	3.0752	0.348	0.590	$Z_2 = 0$
		4	9	-0.38	0.1444	1.2996			
		3	1	-1.38	1.9044	1.9044			
T4	3.27	5	1	1.72	2.9687	2.9687	0.645	0.803	
		4	6	0.72	0.5227	3.1363			
		3	8	-0.27	0.0767	0.6138			
T5	3.38	5	1	1.62	2.6244	2.6244	0.882	0.939	$Z_1 = -0.3537$
		4	1	0.62	0.3844	0.3844			
		3	10	-0.38	0.1444	1.4444			
T6	4.05	5	3	0.95	0.9025	2.7075	0.274	0.524	$Z_2 = -2.64$
		4	13	-0.05	0.0025	0.0325			
		3	2	-1.05	1.1025	2.2050			

- $X-\bar{X}$  = desviación media.  $\bar{X}$  = media o valor medio  
 $(X-\bar{X})^2$  = cuadrado de la desviación media.  $X$  = calificación.  
 $f(X-\bar{X})^2$  = frecuencia del cuadrado de la desviación media.  $f$  = frecuencia.  
 $S$  = desviación standard o desviación típica.  $S^2$  = variancia.  
 $Z$  = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por  $\alpha$  o nivel de significación [0.05].

CUADRO 47

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA  
DEL PAN DE DULCE: SEMITA (adultos).

FORMUL.	$\bar{X}$	x	f	x-X	(x-X) <sup>2</sup>	f(x-X) <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	S	
(b)	4.43	5	31	0.57	0.3249	10.0719			
T1		4	25	-0.43	0.1849	4.6225	0.445	0.667	
		3	3	-1.43	2.0449	6.1347			
		2	1	-2.43	5.9049	5.9049			Z <sub>1</sub> = -1.839
		$\bar{X}$	5	35	0.44	0.1936	6.776		
T2	4.56	4	24	-0.56	0.3136	7.5264	0.278	0.528	
		3	1	-1.56	2.4336	2.4336			Z <sub>2</sub> = 0.95274
		$\bar{X}$	5	32	0.54	0.2916	9.3312		
T3	4.46	4	24	-0.46	0.2116	5.0784	0.382	0.618	
		3	4	-1.46	2.1316	8.5264			
		$\bar{X}$	5	6	1.35	1.8225	10.935		
T4	3.65	4	33	0.35	0.1225	4.0425	0.627	0.792	
		3	15	-0.65	0.4225	6.3375			
		2	6	-1.65	2.7225	16.335			Z <sub>1</sub> = 1.4915
		$\bar{X}$	5	3	1.57	2.4649	7.3947		
T5	3.43	4	30	0.57	0.3249	9.747	0.678	0.823	
		3	17	-0.43	0.1849	3.1433			
		2	10	-1.43	2.0449	20.449			Z <sub>2</sub> = 4.279
		$\bar{X}$	5	18	0.95	0.9025	16.245		
T6	4.05	4	28	-0.05	0.0025	0.07	0.580	0.762	
		3	13	-1.05	1.1025	14.3325			
		2	1	-2.05	4.2025	4.2025			

$x-X$  = desviación media.

$\bar{X}$  = media o valor medio.

$(x-X)^2$  = cuadrado de la desviación media.

x = calificación.

$f(x-X)^2$  = frecuencia del cuadrado de la desviación media.

f = frecuencia.

S = desviación standard o desviación típica.

S<sup>2</sup> = variancia.

Z = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por  $\alpha$  o nivel de significación (0.05).

CUADRO 43

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL SUBJETIVA  
DEL PAN DE DULCE: SEMITA (niños).

FORMUL.	$\bar{X}$	x	f	x-X	$(x-\bar{X})^2$	$\delta(x-\bar{X})^2$	$S^2$	S	
(b)	4.3	5	15	0.7	0.49	7.35			
T1		4	22	-0.3	0.09	1.98	0.36	0.6	
		3	3	-1.3	1.69	5.07			
	$\bar{X}$	5	16	0.7	0.49	7.84			$Z_1 = 0$
T2	4.3	4	20	-0.3	0.09	1.8	0.41	0.64	
		3	4	-1.3	1.69	6.76			$Z_2 = -1.0557$
	$\bar{X}$	5	21	0.55	0.3025	6.3525			
T3	4.45	4	16	-0.45	0.2025	3.24	0.397	0.63	
		3	3	-1.45	2.1025	6.3075			
	$\bar{X}$	5	1	1.8	3.24	3.24			
T4	3.2	4	11	0.8	0.64	7.04	0.46	0.678	
		3	23	-0.2	0.04	0.92			
		2	5	-1.2	1.44	7.2			$Z_1 = 0.44835$
	$\bar{X}$	5	1	1.875	3.5156	3.5156			
T5	3.12	4	13	0.875	0.7656	9.9531	0.659	0.812	
		3	16	-0.125	0.0156	0.25			
		2	10	-1.125	1.2656	12.6562			$Z_2 = -1.3902$
	$\bar{X}$	5	1	1.625	2.6406	2.6406			
T6	3.37	4	20	0.625	0.3906	7.8125	0.634	0.796	
		3	12	-0.375	0.1406	1.6875			
		2	7	-1.375	1.8906	13.2343			

$x-\bar{X}$  = desviación media.

$\bar{X}$  = media o valor medio.

$(x-\bar{X})^2$  = cuadrado de la desviación media.

x = calificación.

$\delta(x-\bar{X})^2$  = frecuencia del cuadrado de la desviación media.

f = frecuencia.

S = desviación standard o desviación típica

$S^2$  = variancia.

Z = valores que estandariza los datos dentro de la curva normal, cuyos límites están dados por  $\alpha$  o nivel de significación (0.05).

ANALISIS ESTADISTICO DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL PAN DE DULCE SEMITA.

FORMULACIONES: (b)

- T1 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVON.
- T2 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina refinada de triticales "ECHIDNA", y 50% de harina refinada de trigo PAVON.
- T3 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina refinada de triticales "ECHIDNA".
- T4 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de triticales "ECHIDNA".
- T5 - pan de dulce semita elaborado con 50% de harina integral de triticales "ECHIDNA", y 50% de harina integral de trigo PAVON.
- T6 - pan de dulce semita elaborado con 100% de harina integral de trigo PAVON.

Cuando los valores de Z están dentro de los límites -1.96 a +1.96 la hipótesis nula  $H_0$  se acepta:  $H_0 = \mu_{x_1} = \mu_{x_2}$

Cuando los valores de Z están fuera de los límites -1.96 a +1.96 la hipótesis nula  $H_0$  se rechaza:  $H_0 = \mu_{x_1} = \mu_{x_2}$   
la hipótesis alternativa se acepta:  $H_1 = \mu_{x_1} \neq \mu_{x_2}$

CUADRO 49

VOLUMEN DEL PAN DE CAJA (c.c.)

PRODUCTO	VOLUMEN (c.c.)
C1	860
C2	720
C3	640
C4	850
C5	810

C1 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de trigo PAVUN.

C2 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "CABORCA".

C3 - pan de caja elaborado con 100% de harina refinada de triticale "ECHIDNA".

C4 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticale "CABORCA" y 50% de harina refinada de trigo PAVUN.

C5 - pan de caja elaborado con 50% de harina refinada de triticale "ECHIDNA" y 50% de harina refinada de trigo PAVUN.

CUADRO 50

COSTO DE LA FORMULACION PARA EL PAN DE CAJA

MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTO	MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTO
Harina de trigo PAVON	100	57	5.7	Harina de triticale "CABORCA"	100	50	5.0
Manteca vegetal hidrog.	3	248	.744	Manteca vegetal hidrog.	3	248	.744
Leche en polvo entera	3	744	2.232	Leche en polvo entera	3	744	2.232
Levadura comprimida	12	54	.648	Levadura comprimida	12	54	.648
Azúcar	20	81	1.620	Azúcar	20	81	1.620
Sal	4	34	.136	Sal	4	34	.136
Costo por un pan de caja de 154g.....			11.072	Costo por un pan de caja de 152g.....			10.372

Como de la formulación lo único que varia es el precio de la harina utilizada, abreviare, obteniendo el costo en relación a la harina.

MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg.	COSTO
Harina de triticale "ECHIVUNA": .....	100	50	= 10.372 por un pan de caja de 152 g.
Harina de triticale "CABORCA" y de	50	50	
harina de trigo PAVON al 50% : .....	+ 50	+ 57	= 10.722 por un pan de caja de 152 g.
Harina de triticale "ECHIVUNA" y de	50	50	
harina de trigo PAVON al 50% : .....	+ 50	+ 57	= 10.722 por un pan de caja de 152 g.

COSTO DE LA FORMULACION PARA EL PAN DE DULCE SEMITA

MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTO	MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTO
Harina de trigo PAVON.	500	57	28.50	Harina de tel "ECHIDNA	500	50	25.00
Agua.	500	0.01	0.005	Agua	500	0.01	0.005
Piloncillo.	200	202.00	40.40	Piloncillo	200	202.00	40.40
Manteca vegetal hidrog.	25	248.00	6.300	Manteca vegetal hidrog.	25	248.00	6.300
Levadura instantánea.	3	3000.00	9.00	Levadura instantánea	3	3000.00	9.00
Polvos de hornear	3	920.00	2.760	Polvos de hornear	3	920.00	2.760
Huevo.	40	195.00	7.800	Huevo	40	195.00	7.800
Canela.	10	3660.00	36.60	Canela.	10	3660.00	36.60
Arís.	2	4214.00	<u>8.428</u>	Arís.	2	4214.00	<u>8.428</u>
Costo por un pan de dulce semita de 430g			139.70	Costo por un pan de dulce semita de 930g			136.20

Como de la formulación lo que varia es el precio de la harina utilizada, abreviare, obteniendo el costo en relación a la harina.

	gramos	\$ / Kg.	COSTO
Harina de triticale "ECHIDNA" y de harina de trigo PAVON			137.95 por un pan de dulce
al 50 % .....	250;250	50 y 57	semita ..

{ en la elaboración de los costos de este pan de dulce semita son en base a harina refinada de ambos granos }.

CUADRO 52

COSTO DE LA FORMULACION PARA EL PAN DE DULCE SEMITA.

MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTOS	MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTOS
Harina de trigo Pavón.	500	71.25	35.625	Harina de tel. "Echidna"	500	62.50	31.250
Agua.	500	0.01	0.005	Agua.	500	0.01	0.005
Piloncillo.	200	202.00	40.40	Piloncillo.	200	202.00	40.40
Manteca vegetal hidrog.	25	248.00	6.300	Manteca vegetal hidrog.	25	248.00	6.300
Levadura instantánea.	3	3000.00	9.00	Levadura instantánea.	3	3000.00	9.00
Polvos de hornear.	3	920.00	2.760	Polvos de hornear.	3	920.00	2.760
Huevo.	40	195.00	7.800	Huevo.	40	195.00	7.800
Canela.	10	3660.00	36.30	Canela.	10	3660.00	36.60
Anís.	2	4214.00	<u>8.428</u>	Anís.	2	4214.00	<u>8.428</u>
Costo por un pan de dulce semita..... (930 g.)			146.825	Costo por un pan de dulce semita (930 g.)			142.450

Como de la formulación lo que varía es el precio de la harina utilizada, abreviarlo, obteniendo el costo en relación a la harina:

MATERIA PRIMA	gramos	\$ / Kg	COSTOS
Harina de trigo Pavón.	250	71.25	17.8125
Harina de tel. "Echidna".	250	62.50	* 15.625

= 144.6375 por un pan de dulce semita elaborado con ambas harinas al 50%.

[en la elaboración de los costos de Este pan de dulce semita son en base a harina integral de ambos granos].

**CAPITULO VII**

**CONCLUSIONES**

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES.

El triticale es un cereal creado por el hombre. Su origen se debió al hecho casual de encontrarse como planta que - creció entre parcelas de cultivo de trigo y centeno. Al investigar a estas miles de plantas, se descubrió que era un híbrido de trigo y centeno; tal suceso motivo a la curiosidad biológica de diversos investigadores al estudio genético y taxonómico. Su nombre se formó por las primeras sílabas de Triticum (trigo) y las últimas de Secale (centeno). Durante el desarrollo y evolución del triticale, muchos obstáculos se presentaron tales como esterilidad, semilla de endospermo arrugado, bajo rendimiento, acame adaptación, y otros los cuales se han logrado vencer, gracias a la colaboración de muchos investigadores de diferentes áreas científicas, su esfuerzo está premiado, el triticale actualmente es un cereal importante y fuente potencial de alimento humano, las líneas avanzadas de triticale muestran un buen desarrollo agronómico, rendimientos por hectárea similares a los rendimientos del trigo (5-8 Ton/Ha), con peso hectolitrico también similar al del trigo (79 Kg/Hl) grano lleno, adaptación a suelos difíciles y resistencia a las enfermedades. La razón de la motivación científica para este cereal, fué el encontrar un nivel alto de lisina en el triticale. Desde el aspecto nutritivo, el triticale es superior al trigo y al maíz normal, los cuales son cereales de un gran consumo en nuestro país. La composición química del triticale se investigó durante años, demostrando que el triticale a pesar de ser deficiente en el aminoácido lisina, éste se ha estabilizado en 3.4 a 3.7% de la proteína total en el grano (depende de la variedad de la planta). El nivel de lisina en el triticale es superior al que se encuentra en el trigo comen

cial, 2.3% de la proteína total del grano, y se aproxima al nivel de lisina que contiene el maíz opaco-2, 4.4% de la proteína total en el grano.

El valor biológico de la proteína de triticale ha sido también objeto de estudio, demostrando que en términos de PER (eficiencia de retención proteica), NPU (utilización neta de proteína), el triticale supera al trigo; la DV (digestibilidad verdadera) del triticale es similar a la DV del trigo (90) por lo que su beneficio y aprovechamiento nutritivo es un hecho.

En cuanto al contenido de lípidos, minerales, vitaminas, fibra cruda y carbohidratos, el triticale se encuentra en el nivel o superior al contenido de estas características en el trigo.

De esto se concluye que el triticale es un cereal que a merced de su descubrimiento y evolución como cultivo es ahora una fuente en potencia de alimento para consumo humano.

Ahora bien, analizando su utilización industrial, nos encontramos delante de un triticale cuya harina es débil, debido a las características del gluten que contiene y además poseedor de una elevada actividad alfa-amilasa, el gluten es el único componente con propiedades elásticas y extensibles, las que en combinación con el almidón forman una estructura rígida para la retención del gas producido durante la fermentación, por lo que el triticale y sus usos en panificación quedan delimitados. De acuerdo a la clasificación de calidad del gluten, la harina del triticale contiene un gluten corto y tenaz, es decir, extensible pero poco elástico, y es útil en la elaboración de masas que no requieren fuerza tales como pasteles, galletas, tortillas, etc.

Varios autores han comprobado la eficiencia industrial de la harina de triticale, concluyendo que esta logra productos de muy buena calidad cuando se le utiliza en la industria pastelería, galletera, en la elaboración de hojuelas tostadas, tortillas, pastas, derivados, etc. Sin embargo, a pesar de que-

el mejoramiento genético del triticale ha mejorado también su calidad industrial, sin embargo la harina de triticale aún no logra dentro de la industria de panificación un pan de caja - con las características con el que se obtiene dicho pan al emplear harina de trigo [fuerte], en este aspecto se ha avanzado a pasos agigantados, pero todavía se requiere de adicionar a la harina de triticale, harina de trigo fuerte, dando entonces un producto final de muy buena calidad e incluso con mejores características organolépticas que el elaborado con sólo harina de trigo.

De acuerdo a lo expuesto, se concluye que la harina de triticale puede ser utilizada logrando productos de muy buena calidad industrial en la industria de panificación que no requiera de la fuerza de la harina (gluten fuerte), por lo que su campo de acción es bastante amplio.

En la parte experimental de este trabajo se elaboró dos productos de panificación: Pan de caja y Pan de dulce semita en los cuales se utilizó harina de triticale (2 variedades, una de ellas liberada comercialmente) y harina de trigo (testigo).

Es importante mencionar que los dos productos elaborados son similares con las costumbres alimenticias de la población mexicana en general; por lo que su aceptación en el mercado -- tiene buen futuro tanto en la zona urbana como en la zona rural.

En la discusión de resultados, se analizaron los resultados obtenidos para cada producto elaborado en este trabajo por lo tanto en base a lo expuesto se concluye lo siguiente:

El pan de caja elaborado con harina de triticale, reportó ser mejor pan nutritivo que el pan de caja elaborado con trigo.

El pan de caja elaborado con harina de triticale puede ser utilizado para este fin, cuando se le adiciona harina de trigo fuerte, y su producto demuestra mejor valor nutritivo y

organoléptico que el pan de caja elaborado con harina de trigo.

El pan de caja elaborado con harina de triticale y el pan de caja elaborado con harina de trigo, sus mezclas, reportaron mejor control microbiano que el que se reporta en un pan comercial de caja.

El pan de dulce semita elaborado con harina refinada de triticale y el obtenido por la mezcla de harinas refinadas de triticale y de trigo, reporta los mejores valores nutritivos y organolépticos que los resultados obtenidos para el pan de dulce semita elaborado con harina de trigo.

El pan de dulce semita elaborado con harina integral de triticale y el obtenido por la mezcla de harinas integrales de triticale y de trigo, reporta los mejores valores nutritivos - pero los rechazados en cuestión organoléptica que los resultados obtenidos para el pan de dulce semita elaborada con harina integral de trigo.

El pan de dulce semita elaborado con harina refinada e integral de triticale, sus mezclas con harinas refinadas e integrales de triticale y trigo, así como el pan de dulce semita elaborado con harina refinada e integral de trigo, reporta mejor control microbiano que el que se reporta en un pan de dulce semita comercial.

Por lo tanto se confirma su utilización de la harina de triticale en la industria de panificación.

Actualmente son 4 las variedades liberadas comercialmente de triticale en nuestro país: CANANEA, CATORCA, ERONGO, ALAMOS, las cuales pertenecen a CIMMYT; además esta institución se encarga de dar asesoría a la industria de panificación en la utilización del triticale.

Es necesario motivar al público el consumo de harinas integrales; la harina integral de triticale aporta un mejor valor nutritivo que la harina refinada de triticale, además de que a-

porta mayor cantidad de fibra cruda en la dieta humana tan carente de ésta y responsable de estreñimientos, colitis, polipos, entre otras enfermedades.

Motivar el interés científico para nuevos intentos en otras cruas de cereales, entre leguminosas, que mejoren los -- cultivos actuales y aporten cada vez mejores nutrientes.

Motivar el interés científico para la investigación de - nuevas formulaciones en donde se utilice la harina de tritica- le con otros cereales, con leguminosas, con otras fuentes de - proteínas como harina de pescado, etc.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ahmed, S.R. and McDonald, C.E. 1974. Aminoacid composition, protein fraction and baking quality of triticale. Department of Cereal Chem. And. Tech. North Dakota State University 58102.
- 2.- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc.
- 3.- American Association of Cereal Chemists, A.A.C.C. 1969. Methods of Analysis. St. Paul Minn.
- 4.- Ayherod W.E. and Doughty J. 1970. El trigo en la alimentación Humana. O.MI para la agricultura y la alimentación. Roma.
- 5.- Baum, B.R. 1971. The taxonomic and cytogenetic implication of the problem of naming amphiploide of Triticum and Secale. Euphytica 20:302-306.
- 6.- Basic Principles Of Sensory Evaluation. 1968. American Society for testing Materials.
- 7.- Bell, G.D.H. 1950. Investigations in the Triticeinae I. Colchicine Techniques for chromosome doubling in interspecific and intergeneric hybridization. J. Agri. Sci. 40:9-18.
- 8.- Bender, E. Arnold. Valor Nutritivo de los Alimentos. Ed. Limusa. 1a. ed. 1972.

- 9.- Berry, C.P., D'Appolonia, B.L., and Gilles, K.A. The characterizaton of triticale starch and its comparison with starches of rye, durum and HRS wheat. *Cereal Chem.* 48:415. 1971.
- 10.- Blakeslee, A.F., Avery, A.G., Nebel, B.K. 1941. Effect of induced polyploidy in plants. *Amer. Natur.* 75:117-135.
- 11.- Boulaug, N. 1975. *Alimentos. Triticale el sueño dorado.*, 26 - mayo.
- 12.- Bowden, W.M. 1954. *The Taxonomy and Nomenclature of the wheats. Barleys and Their Wild Relatives.* *Can. Jour. of Bot.* 657.
- 13.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1974. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 19-26.
- 14.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1975. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 40-45
- 15.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1975. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 92-94.
- 16.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1976. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, Mexico. pp. 61-64.
- 17.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1977. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 68-75.
- 18.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1978. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 79-86.
- 19.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1979. -- CIMMYT REVIEW. El Batán, Mexico. pp. 76-83.

- 20.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1980. - CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 59-62.
- 21.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1981. - CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 56-59.
- 22.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1982. - CIMMYT REVIEW. El Batán, México. pp. 71-77.
- 23.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1976. - EL CIMMYT HOY No. 5. TRIGO X CENTENO = TRITICALE.
- 24.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1979. - EL CIMMYT HOY No. 10. PROGRAMA DE ENSAYOS INTERNACIONALES DE TRIGO, TRITICALE, CEBADA. Septiembre.
- 25.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1980. - EL CIMMYT HOY No. 11. VIVEROS FUERA DEL CICLO. ACELERANDO EL MEJORAMIENTO. GENETICA DE TRIGO, TRITICALE Y CEBADA. Abril.
- 26.- Chen, C.H. and Bushuk, W. 1970. Nature of protein in *Triticale* and its Parental Species. *Can. J. Plant Sci.* 50:4 1970a
- 27.- Chen, C.H. and Bushuk, W. 1970b. Nature of protein in *Triticale* and its Parental Species. II. Gel. Filtration and disc electrophoresis results. *Can. J. Plant Sci.* 50:15
- 28.- Chen C.H. and Bushuk, W. 1970c. Nature of protein in *Triticale* and its Parental Species III. Comparison of their electrophoretic patterns. *Can. J. Plant Sci.* 50:25
- 29.- Chung C., and Tsen C.C. 1974. *Triticale* lipids. *Triticale: Firts Man-Made Cereal*, Tsen C.C. Ed. A.A.C.U. St Paul Minnesota.

- 30.- De Robertis, E.D.P., Nowinski, W.W., Saén, F.A. 1974. *BIOLÓGICA CELULAR*, Ed. Ateneo, 8a. ed. pp. 258-266
- 31.- Fennema, U. 1979. *Introduction to Food Chemistry*. University of Wisconsin Madison. Madison Wisconsin. Vol. I, II.
- 32.- Frazier, W.C. 1976. *Microbiología de los Alimentos*. Ed. Acribia. 2a. ed. 183-194 372-380.
- 33.- Hart, L.F., Fisher, J.H. 1971. *Análisis Moderno de los Alimentos*. Ed. Acribia. 1a. ed. pp. 75-107.
- 34.- Heinrich, E.R. and Hill, R.D. 1971. Comparison of pentosans -- from *triticale* and its Parental Species. Proc. 56th annual --- A.A.C.C. Meeting Dallas, Texas.
- 35.- Hew, C.L. and Unrau, A.M. 1970. Investigation of the starch -- component of a synthetic cereal species. *J. Agr. Food. Chem.* -- 18:657.
- 36.- Hulse, J.H. Laxing, E.M. 1974. *Nutritive Value of Triticale -- Protein*. International Development Research Center Ottawa. Canada.
- 37.- Garner J. Eldon. 1980. *Principios de Genética*. Ed. Limusa. -- 5a ed. pp. 412-425 442-444.
- 38.- Karger, S. 1972. *Foods to expanding world nutrition*. Proceedings of the Ninth International Congress on Nutrition. Vol. 3
- 39.- Kent, N.L. 1971. *Technology of Cereals*. Pergamon Press. Oxford England.

- 40.- Kent, N.L. 1975. *Technology of Cereals*. Pergamon Press. Oxford - England.
- 41.- Kies, C. and Fox, H.M. 1970a. Protein nutritive value of wheat - and triticale grain for humans, studied at two levels of protein intake. *Cereal Chem.* 47:671
- 42.- Kies, C. and Fox, H.M. 1970b. Determination of the first limiting amino acid of wheat and triticale grain for humans. *Cereal Chem.* 47:615
- 43.- Klassen, A.J., Hill, R.V., and Larter, E.N. 1971. Alphaamylase activity and carbohydrate content as related to kernel development in triticale. *Crop Sci.* 11: 265.
- 45.- Knipfel, J.E. 1969. Comparative protein quality of triticale, wheat and rye. *Cereal Chem.* 46: 313
- 46.- Larter, E.N., Shebeski, L.H., McGinnis, R.C., Evans, L.E., and Katsikes, P.J. 1970. Rosner, a hexaploid triticale cultivar. - *Can. J. Plant Sci.* 50:122
- 47.- Larter, E.N., Tsuchiya, T., and Evans, L.E. 1958. Breeding and cytology of triticale. *Third Int. Wheat Genetics Symp. Canberra.* 213-221.
- 48.- Leonard and Martin 1963.
- 49.- Lehninger L. A. 1978. *bioquímica*. Ed. Omega S.A. 2a ed.
- 50.- Lorenz K. 1972. Food uses of triticale. Hybrid of wheat and rye can be used in bread, rolls, and noodles. *Food Technology*.----  
26 (11): 66-74.

- 51.- Lorenz, K. 1974. A promising new cereal grain for the baking industry. *Bakers Digest*. 48[3] 24-26, 30-32, 60.
- 52.- Lorenz, K. and Michexa, P. 1976. The vitamins of triticale, - wheat an rye. *Cereal Chem.* 53: 853-861.
- 53.- Lorenz, K. and Haga, J. 1972. Triticale and wheat flour studies: composition of fatty acids, carbonyls and hydrocarbons. *J. Agri. Food Chem.* 20:769
- 54.- Lorenz, K., Welsh, J., Norman, R., and Haga, J. 1972b. Comparative mixing and baking properties of wheat and triticale - flours. *Cereal Chem.* 49: 187-193.
- 55.- Lorenz, K., Reuter, F.W. and Sizer, C. 1974a. The mineral Composition of Triticales and Triticale Milling Fractions by -- X - Ray Fluorescence and Atomic Absorption. *Cereal Chem.* 51:531-542.
- 56.- Lorenz, K. 1974. Triticale Bran in Fiber Breads.
- 57.- Madt, R.L. and Isen, C.C. 1973. Proteolytic activity of triticale. *Cereal Chem.* 50: 215-219
- 58.- Madt, R.L. and Tsien, C.C. 1974a. The proteolytic enzyme-system of triticale, In *Triticale: First Man-Made Cereal*, Tsien, C.C., Ed. A.A.C.C. St. Paul Minnesota.
- 59.- Madt, R.L. and Isen, C.C. 1974b. Trypsin and Chymotrypsin inhibitors of triticale, In *Triticale: First Man-Made Cereal*, Tsien, C.C. Ed. A.A.C.C. St. Paul Minnesota.

- 60.- Maga, J. and Lorenz, K. 1974. Phenolic acid composition and distribution in wheat flours and various triticale milling fractions. *L. Technology* 7: 273-278
- 61.- Mac. Intyre and Campbell. 1974. *Triticale Proceedings of International Symposium. El Badn 1-3 oct. 1973.*
- 62.- Morris R., and Sears, E.K. 1967. The cytogenetic of Wheat and its relatives. In *Wheat and Wheat Improvement*. K.S. Quisenberry and L.P. Reitz. eds. Amer. Sec. Agron. Publisher Madison Wisconsin.
- 63.- Muntzing, A. 1939. Studies on the properties and ways of production of rye-wheat amphiploids. *Hereditas* 25:387-430
- 64.- Muntzing, A. 1954. Genetics in relations to plant breeding. *Voc. Indian Acad. Sci.* 34:227-241
- 65.- Muntzing, A. 1966. Cytogenetic and breeding studies in Triticale. *Proc. 2nd. Int. Wheat Genet. Symp. Lond. 1963. Hereditas suppl.* 2:291-300.
- 66.- Murray, K. Spiegel. 1970. *Estadística*. Ed. McGRAW-HILL. 1a. ed. pp. 45-58, 69-72
- 67.- O'Mara, J.C. Fertility in allopolyploids. *Rec. Genet. Soc. -- Amer.* 17:52 1948.
- 68.- Pyley, E.J. 1973. *Baking Science & Technology*. Ed. Siebel Publishing. Company. 2a. ed. Vol 1, 11.
- 69.- O'Mara, J.G. 1953. The Cytogenetics of Triticale. *Bot. Rev.* 19 (10): 587-605.

- 70.- Pomeranz, V. 1971b. Functional characteristics of triticale, a man-made cereal. *Wallerstein Lab. Commun.* 34, No. 115:175-186
- 71.- Pomeranz, V. 1971a. *Wheat Chemistry and Technology*. Vol.3 A.A.C.C. St Paul Minnesota.
- 72.- Peña Bautista, K.J. 1980. Triticale un nuevo cereal en desarrollo. *Rev. Pagnafa. Agri.* Vol.8 No. 76:44-50
- 73.- Pissarev, V. 1966. Different approaches in triticale breedings. *Proc. 2nd. Intern. Wheat Genet. Symp. (Lund)*. *Hereditas suppl.* 2: 279-290.
- 74.- Potter, N.N. 1973. *La Ciencia de los Alimentos*. Ed. Edutex - S.A. México.
- 75.- Quiñones, M.A. 1967. *Mejoramiento Genético del Amphiploide Triticale*. Folleto de Investigación No. 6. CIMMYT.
- 76.- Rascón, O.A. 1974. *Introducción a la estadística Descriptiva*. 2a. ed. Vol 2 U.N.A.M. Textos programados, México.
- 77.- Riley, R., and Chapman, V. 1957. The Comparison of Wheat-Rye - and Wheat-Aegilops Amphidiploide. *H. Agri. Sci.* 4b: 246-250
- 78.- Riley, R., and Bell, C.D. 1959. The evaluation of synthetic Species. *Proc. 1st. Int. Wheat Genet. Symp. Univ. Man. Canada* 161-180.
- 79.- Ruckman, J.E., Zscheile, F.P., Jr. and Qualset. C.O. 1973. Protein, lysine and grain yields of triticale and wheat as influenced by genotype. *J. Agr. Food Chem.* 21:697-700.

- 80.- Shigenaga, S., Larter, E.N. and McGinnis, R.C. 1971. Identification of chromosomes contributing to aneuploidy in hexaploide triticale, cultivar Rosner. Can. J. Genetic. Cytol. 13: 592-596.
- 81.- Senti, F.K., Copley, M.J. and Pence, J.W. 1967. Protein fortified grain products for world uses. Cereal Sci. Today. 12: 484
- 82.- Shuy, C.W. 1960. A wheat sizing technique for predicting flour milling yield. Ass. of Operative Millers. 5 (3): 71-72
- 83.- Tombetta y colaboradores. 1974. Triticale. Calidad Comercial e Industrial. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (Argentina). Informe Técnico No. 50
- 84.- Taen, C.C. 1974. Bakery products from triticale flour, In Triticale: First Man-Made Cereal, Taen, C.C. Ed. A.A.C.C. St. Paul Minnesota.
- 85.- Taen, C.C., Hoover, W.J., and Farrel, E.P. 1973. Baking quality of triticale flours. Cereal Chem. 50: 16-26
- 86.- Unrau, A.M. and Jenkins, B.C. 1964. Investigations on synthetic cereal species: Milling, Baking and some compositional characteristics of some triticale and parental species. Cereal -- Chem. 41 (5): 365-375
- 87.- Vaisey, M. and Unrau, A.M. 1964. Chemical constituents of flour from cytologically synthesized and natural cereal species. - J. Agric. Food Chem. 12 (1): 84-86
- 88.- Villagómez, C.J. 1970. Seminario sobre el desarrollo de la nueva especie Triticale en México. Programa de Triticales. CIMMYT.

- 89.- Villegas, E., McDonald, C.E., and Gilles, K.A. 1970. Variability in the lysine content of wheat, rye, and triticale protein. *Cereal Chem.* 47 (6):746-757
- 90.- Villegas, E. Progress in nutritional improvement of maize and triticale. *Food and Nutrition. Bulletin* (198) 2 (1):17-24.
- 91.- Welsh, J. and Lorenz, K. 1974. Environmental effects on utilization and agronomic performance of Colorado grown triticales In *Triticale: First man-made cereal*. Ed. Tsen, C.C., A.A.C.C. St. Paul Minnesota.
- 92.- Yong, F.C. and Unrau, A.M., 1966. Alien genome combinations - and influence on amino acid composition of cereal protein ---- fractions. *J. Agri. Food Chem.* 14:8
- 93.- Zillinsky, F.J. and Borlaug, N. 1971. Triticale research in Mexico. *Agri. Sci. Rev.* 9 (4): 28
- 94.- Zillinsky, F.J., and Borlaug, N. 1971. Progress in developing triticale as an economic crop. *CIMMYT Res. Bull.* No. 17 pp. 1-27
- 95.- Zillinsky, F.J. 1974. The development of triticale. *Adv. Agron.* 26: 315-348
- 96.- Zillinsky, F.J. 1973. Mejoramiento e investigación sobre triticale CIMMYT. Folleto de investigación No. 24. CIMMYT. El Batán México
- 97.- Villegas, E.M. Protein and Lysine content of improved triticale. *Internacional Maiz and Wheat Improved Cent. México.* pp. 150-156.

98.- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-55-1984. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO CEREALES-TRIGO, METODO DE PRUEBA.

**A P E N D I C E 1**

**DEFINICIÓN DE GRANOS DAÑADOS Y DEFECTUOSOS  
SEGUN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-55-1984.**

DEFINICIÓN DE GRANOS DAÑADOS Y DEFECTUOSOS SEGUN  
LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-FF-55-1984.

1.- GRANOS DAÑADOS.

Granos dañados son los granos y partes de granos que están afectados por calor, insectos, microorganismos, germinación, heladas así como también los granos inmaduros y los que están afectados por carbones.

2.- GRANOS DAÑADOS POR EL CALOR.

Granos dañados por calor son los granos y partes de granos que presentan una coloración café oscura originada por calentamientos y que afecta tanto al embrión como al endospermo.

3.- GRANOS DAÑADOS POR GERMEEN CAFÉ.

Granos dañados por germen café son los granos y parte de granos cuyo germen presenta una coloración café, sin que el endospermo esté afectado.

4.- GRANOS DAÑADOS POR INSECTOS.

Granos dañados por insectos son los granos y partes de granos que presentan perforaciones ocasionados por éstos.

5.- GRANOS DAÑADOS POR MICROORGANISMOS.

Granos dañados por microorganismos son los granos y parte de granos que han sido afectados superficialmente o en su interior por el desarrollo de éstos.

6.- GRANOS DAÑADOS POR GERMINACIÓN.

Granos dañados por germinación son los granos y partes de granos que presentan a simple vista la nueva plántula o la cutícula del embrión abierta debido a cualquiera de las fases de germinación.

7.- GRANOS DAÑADOS POR HELADAS.

Granos dañados por heladas son los granos y partes de granos que presentan arrugamiento en la cutícula y coloraciones oscuras en el endospermo.

8.- GRANOS INMADUROS.

Granos inmaduros son los granos o partes de granos que presentan una coloración verdosa por no haber alcanzado su madurez.

9.- GRANOS DAÑADOS POR CARBONES.

Granos dañados por carbones son los granos y partes de granos que han perdido su consistencia y presentan interna y externamente una coloración negruzca y un olor desagradable, como -- consecuencia del desarrollo de hongos de las especies:

*Tilletia caries.*

*Tilletia foetida.*

*Tilletia controversa.*

*Tilletia indica* (anteriormente *Neovossia indica*)

10.- GRANOS CON DEFECTOS.

Granos con defectos son los granos y partes de granos con panza blanca y con punta negra. También se consideran como granos con defectos a los granos quebrados.

11.- GRANOS CON PANZA BLANCA.

Granos con panza blanca son los granos y partes de granos que presentan un espacio harinoso en más de una cuarta parte de su superficie.

12.- GRANOS CON PUNTA NEGRA.

Granos con punta negra son los granos y partes de granos que presentan en la cutícula que cubre el embrión una coloración que puede variar del café obscuro al negro y que afecta al endospermo.

13.- GRANOS QUEBRADOS.

Granos quebrados son los granos o partes de granos que son retenidos por una criba de 1.98 mm. de orificios triangulares. Los granos quebrados se consideran como granos con defectos y suelen cuantificarse durante el análisis selectivo.

14.- GRANOS TRATADOS.

Granos tratados son los granos o partes de granos que presentan en su superficie la pigmentación característica usada para semilla y que han sido impregnados con sustancias químicas para destinar al trigo como simiente.

15.- GRANO LIMPIO.

Grano limpio es el grano que resulta de la separación de impu

rezas con la criba de 198 mm. de orificios triangulares.

16.- GRANO SUCIO.

Se entiende por grano sucio al grano original que proviene de la homogenización y división de la muestra para análisis.

**A P E N D I C E 11.**

**BREVES NOTAS DE ANALISIS ESTADISTICO.**

BREVES NOTAS SOBRE ANALISIS ESTADISTICO.

- 1.- DATO U OBSERVACION. es cada resultado conseguido al realizar varias veces un experimento.
- 2.- POBLACION. se compone de todos los datos que se obtienen al efectuar una secuencia de experimentos.
- 3.- MUESTRA. parte constituyente de un poblaci3n. Cuando los elementos de una muestra tienen la misma oportunidad de ser seleccionados y adem1s 3stos son independientes, hablamos de una MUESTRA ALEATORIA O REPRESENTATIVA.
- 4.- VARIABLE. Cuando una característica de personas o cosas puede tomar diferentes valores
- 5.- FRECUENCIA. es el n1mero de veces que ocurre un evento. Un evento resulta de dividir los diferentes elementos de una poblaci3n en grupos de uno o m1s elementos.
- 6.- CUADRO DE DATOS AGRUPADOS. es aquel cuadro en el que se anotan en grupos los dato b1sicos. Los datos b1sicos son los datos originales de una muestra o poblaci3n.
- 7.- MEDIA O VALOR MEDIO. se denota por  $\bar{X}$ , y es una medida de posici3n o tendencia central, es decir dan una idea de los valores-de la variable alrededor de los cuales tienden a aglomerarse -- las observaciones.
- 8.- VARIANCIA, DESVIACION STANDARD. ambas son medidas de dispersi3n. Dan una idea de la dispersabilidad o variabilidad de las observaciones con respecto a la MEDIA. ( o de alguna medida de tendencia central).
- 9.- DESVIACIONES CON RESPECTO A LA MEDIA. son las desviaciones o diferencias de cada dato con respecto a la media.
- 10.- CUADRADO DE LAS DESVIACIONES CON RESPECTO A LA MEDIA. puesto que las desviaciones se miden con respecto a un valor central, siempre tendr1n valores positivos y negativos, que al multiplicarse por su frecuencia la sumatoria de 3sta es cero, para evitar esto se eleva al cuadrado las desviaciones con respecto a la media y se -- multiplica por su respectiva frecuencia.

FORMULACIONES ESTADÍSTICAS:

$X$  = dato u observación: calificación.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} = \text{media o valor medio.}$$

$X - \bar{X}$  = desviación media.

$(X - \bar{X})^2$  = cuadrado de la desviación media.

$\sum (X - \bar{X})^2$  = suma de las frecuencias del cuadrado de la desviación media.

$$\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N} = S^2 = \text{variancia.}$$

$f$  = frecuencia.

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f (X_i - \bar{X})^2}{N}} = S = \text{desviación standard.}$$

$H_0$  = hipótesis nula:  $\mu_{x_1} = \mu_{x_2} = \mu_{x_3}$

$H_1$  = hipótesis alternativa:  $\mu_{x_1} \neq \mu_{x_2} \neq \mu_{x_3}$

$\alpha$  = nivel de significación, probabilidad de Error Tipo I

$Z$  = valores estandarizados dentro de una curva normal.

$$Z_1 = \frac{X_1 - X_2}{\sigma_{X_1 - X_2}}$$

$$\sigma_{X_1 - X_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{N} + \frac{S_2^2}{N}}$$

$\alpha$	0.10	0.05	0.01
$Z$	$\pm 1.64$	$\pm 1.96$	$\pm 2.58$

Para el análisis estadístico de este trabajo, primeramente se recopiló todos los datos de la evaluación sensorial, se ordenaron y se agruparon dentro de un cuadro, con la finalidad de poder observar rápidamente la frecuencia de los datos en cada evento. Los cuadros que agrupan los datos de cada evaluación sensorial y de cada producto son: 31,32,33,43,44,45.

Se determinó el valor medio o media; desviaciones con respecto a la media; variancia; desviación standard. Estos resultados se relacionaron con respecto a los porcentajes globales de cada producto.

Con estos resultados se decidió realizar una conjetura o hipótesis acerca de la media, para determinar si existe o no diferencia entre las medias de las muestras definidas representativamente. La hipótesis a probar se llama hipótesis nula, la cual si se acepta significa: Carencia de efecto o Carencia de diferencia, y se denota por  $H_0$ . Cuando  $H_0$  es rechazada, la hipótesis aceptada será la hipótesis alternativa la cual se denota por  $H_1$ .

De acuerdo a esto,  $H_0$  es verdadera o falsa y se acepta o se rechaza, es decir, que no habrá error cuando  $H_0$  es verdadera y se acepta o, si es falsa y se rechaza. Sin embargo la probabilidad de error  $\alpha$  o nivel de significación llamado Error Tipo I se cometerá cuando  $H_0$  es verdadera y se rechaza. De igual manera, se cometerá error cuando  $H_0$  sea falsa y se acepte,  $\beta$  es la probabilidad de Error tipo II.

Por lo tanto se debe decidir si se acepta o se rechaza  $H_0$ . En el presente trabajo se decidió aceptar  $H_0$ , por lo tanto se tomará en cuenta la probabilidad de Error Tipo I:

Arbitrariamente se determina el valor de  $\alpha$  igual a un número pequeño, el cual comúnmente es 0.10; 0.05; 0.01.

Se determinan valores  $Z$  de modo que el área de cada uno de los extremos de la distribución normal sea  $\frac{\alpha}{2}$ . Por literatura, los valores más frecuentes de  $Z$  son:

0.10	0.05	0.01
$\pm 1.64$	$\pm 1.96$	$\pm 2.58$

Para el presente trabajo,  $\alpha = 0.05$ , por lo tanto todos los valores de  $Z$  deben caer dentro de los límites  $-1.96$  a  $+1.96$ .