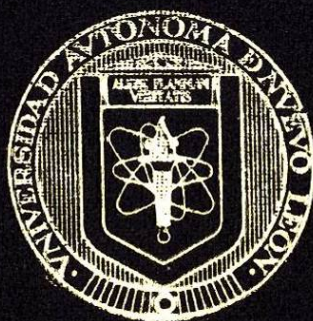


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIDAD DE LA VARIEDAD DE SORGO

"Sorghum bicolor (L) Moench UANL-187"

EN MASAS FERMENTADAS PARA PAN FRANCES

GERARDO OMAR SAUCEDO MARTINEZ

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MARIN, NUEVO LEON

AGOSTO, 1993

T

TX550

.S6

S3

C.1

F

TX558

.S6

S3

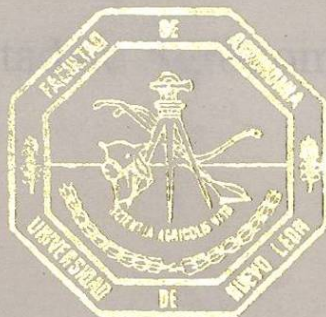
c.1



1080063103

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIDAD DE LA VARIEDAD DE SORGO

"Sorghum bicolor (L) Moench UANL-187"

EN MASAS FERMENTADAS PARA PAN FRANCÉS

GERARDO OMAR SAUCEDO MARTINEZ

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ASESORES:

M. SC. NORMA IDALIA CONTRERAS MONTES DE OCA

M. C. LEONEL ROMERO HERRERA

Q.B.P. LUZ MA. MURILLO DE VILLARREAL

MARIN, NUEVO LEON

AGOSTO, 1993

011612E

T
TX558
.56
S3



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



FONDO
TESIS LICENCIATURA

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

UTILIDAD DE LA VARIEDAD DE SORGO

"Sorghum bicolor (L) Moench UANL- 187"

EN MASAS FERMENTADAS PARA PAN FRANCES

Gerardo Omar Saucedo Martínez

Ingeniero en Industrias Alimentarias

Agosto, 1993

Marín, Nuevo León

Utilidad de la Variedad de Sorgo
"Sorghum Bicolor (L) Moench UANL - 187"
En Masas Fermentadas Para Pan Francés

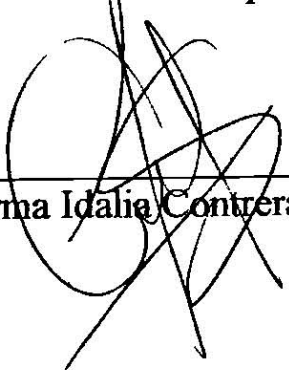
Tesis que para obtener el título de
Ingeniero en Industrias Alimentarias

PRESENTA

Gerardo Omar Saucedo Martínez

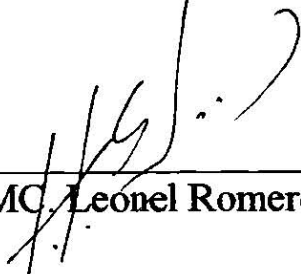
Comisión Revisora

Asesor Principal



MSc. Norma Idalia Contreras Montes de Oca

Asesor Auxiliar



MC. Leonel Romero Herrera

Asesor Auxiliar



QBP. Luz María Murillo de Villarreal

DEDICATORIA

A MIS PADRES,

RICARDO SAUCEDO GÓMEZ Y MA. JOSEFINA MARTÍNEZ DE SAUCEDO

Por haber sido luz en mi camino, porque gracias a ustedes pude concluir una de las más valiosas metas en mi vida, mi carrera.

A MIS HERMANOS,

Ricardo Adrián
Diana Silvia
Mario Alberto
Angel Héctor
Lucía Delia
Cecilia Verónica

A todos ustedes con cariño, por todas las enseñanzas que me han brindado.

A MI NOVIA,

MARTHA EUGENIA LÓPEZ GONZÁLEZ

Con amor, por el entusiasmo, optimismo y madurez que me has compartido desde el día en que se cruzaron nuestras vidas.

INDICE

INTRODUCCION

REVISION DE LITERATURA

EL TRIGO

ESTRUCTURA DEL GRANO
CALIDAD ALIMENTICIA

EL SORGO

ESTRUCTURA DEL GRANO
CALIDAD ALIMENTICIA
USO EN ALIMENTOS

TIPOS DE MASAS EN PANIFICACION

MASA DIRECTA
MASA INDIRECTA (METODO ESPONJA)

- MATERIALES Y METODOS
- RESULTADOS Y DISCUSION
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA
- APENDICE

RESUMEN

Sorghum bicolor (L) Moench UANL-187 es una variedad tropical adaptada que ha sido propuesta como una alternativa para los sistemas de producción de sorgo en Nuevo León; dadas sus características de grano no pigmentado, se estableció un estudio con el propósito de determinar su grado de utilidad en la elaboración de pan francés. Se probaron productos obtenidos a partir de dos tipos de masas fermentadas: Tradicional y de Esponja; a tres diferentes mezclas de harina de trigo-sorgo: 80-20, 85-15, 90-10% y un testigo (100% harina de trigo). Las características químicas, físicas y sensoriales fueron evaluadas por trabajadores de una empresa local dedicada al ramo de la panificación. En el aspecto Químico, no se encontraron diferencias entre los tratamientos, a excepción del contenido de cenizas, que entre mezclas, se encontró un máximo de éstas en las mezclas de 10 y 15% de sorgo, lo cual repercutió favorablemente en la textura del producto al realizar el análisis sensorial. Se detectó también que la adición de sorgo afectó el color de la corteza y la miga; sin embargo, se pudo establecer en la prueba, que el público consumidor no detectaría las diferencias sensoriales en el pan francés en contenidos hasta un 15% de sorgo especialmente bajo el método esponja.

INTRODUCCION

El sorgo es el quinto cereal más importante en la producción mundial de granos, los países occidentales lo usan únicamente como alimento para animales; sin embargo, su gran adaptabilidad para desarrollarse en áreas calientes y secas como Africa, Asia y algunos países de América Latina, ha permitido utilizar este grano para consumo humano, en productos como cerveza, tortillas, pan, galletas y otros usos tradicionales.

El sorgo ha sido clasificado en cuanto a su contenido de taninos en sorgos pigmentados y no pigmentados, siendo éstos últimos los más utilizados para la alimentación humana, uno de ellos, el sorgo UANL-I-187 es una variedad liberada en el Estado de Nuevo León, al igual que otras tres variedades a nivel nacional por los sistemas productivos, lo que obliga a realizar estudios para analizar los diversos usos de este tipo de variedades.

En Monterrey, N. L. y su área metropolitana, en los últimos años se ha incrementado el número de panaderías en forma considerable. Uno de sus productos básicos y líderes es el "pan francés", el cual se elabora a base de trigo duro y es consumido por los diferentes estratos sociales.

Por lo anterior, el presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el grado de utilidad de la variedad de sorgo UANL-I-187, en la elaboración de pan francés bajo los supuestos hipotéticos de que:

- La adición de sorgo en la fabricación de pan blanco, afecta el valor nutritivo del producto final.

- La adición de sorgo en la fabricación de pan blanco provoca que el desarrollo de volumen durante el proceso no alcance su punto normal deseado en el método tradicional de elaboración.

- El uso del método esponja en muestras a las que se les ha adicionado sorgo, mejora el desarrollo del volumen.

- La textura del pan blanco hecho con masas con adición de sorgo, se ve afectada desfavorablemente para su aceptación.

REVISION DE LITERATURA

TRIGO

El trigo es uno de los granos más importantes del mundo. Los granos de trigo se muelen para producir harina, así como elaborar pan y otros productos alimenticios. Estos productos se convierten en la fuente principal de alimentos para millones de personas a través del mundo.

ESTRUCTURA DE UN GRANO DE TRIGO

La cubierta del grano de trigo está compuesta por cinco capas (Cuadro 1), las tres primeras constituyen el salvado que se separa del resto durante su molturación. La capa más externa es la epidermis, después viene el epicarpio cuya fibra va paralela a la longitud del grano, mientras que la estructura de la capa que sigue, el endocarpio, es transversal. La capa siguiente es la testa, de estructura muy fina y que constituye la verdadera envoltura del grano. En esta capa se encuentra el pigmento que le da color al grano. La última es la capa aleurona, compuesta por células que contienen los granos de aleuronas. Frecuentemente se considera que pertenece al salvado pero, de hecho, está íntimamente ligada al endospermo. En el trigo hay una sola capa de estas células; son de forma cuadrada vistas en sección transversal, pero en visión frontal, aparecen poligonales presentando un aspecto parecido al de un panel. Estas células contienen en porciones considerables materia proteica, sustancias, grasas y minerales. (Bennion E.B. 1967)

Cuadro 1. Estructura física del grano de trigo

		% EN PESO
EPIDERMIS	}	PERICARPIO
EPICARPIO		
ENDOCARPIO		
TESTA		
CAPA ALEURONA		7.0
ENDOSPERMO		8.0
GERMEN		82.5
		2.5

Bennion E.B. (1967)

SALVADO O PERICARPIO. Químicamente la capa de salvado contiene porcentajes relativamente altos de cenizas (minerales inorgánicos), fibra cruda (celulosa), pentosanas y proteínas. Debido a que grandes cantidades de estos materiales son indispensables en las harinas blancas de alta calidad, se remueve la mayor parte de la capa del salvado durante el proceso de molienda. El salvado se aplica comercialmente en harinas integrales y para alimento animal.

ENDOSPERMO. Este es el centro almidonoso del grano de trigo. Forma alrededor del 83% del grano y su propósito principal es suministrar energía alimenticia a la planta que emerge del embrión en germinación. El endospermo consiste sencillamente de celdas de almidón embebidas en una matriz de proteína, con excepción de algunas sustancias parecidas al azúcar, que además, se encuentran en esta porción. El endospermo, como se mencionó anteriormente, es la parte del grano de trigo que juega el papel más importante en la producción de la harina blanca, en la producción de semola y macarrones.

GERMEN. El germen o embrión que comprende alrededor del 2.5% del grano, se localiza en el extremo inferior del lado dorsal. Es la porción viva del grano la que bajo condiciones apropiadas, germina o crece formando una nueva planta de trigo.

Tiene cantidades relativamente altas de grasa, minerales, proteínas y dextrinas pero poco o nada de almidón y se usa en la elaboración de harina de germen y alimentos especiales (AIB 1981).

CALIDAD ALIMENTICIA

Debido a que el trigo se cultiva bajo todo tipo de condiciones y de suelos, no posee una composición química uniforme, por consiguiente, no es común encontrar grandes diferencias en muestras de trigo.

El contenido excesivo de humedad, aparte de afectar en forma adversa la calidad del trigo durante períodos prolongados de almacenamiento, simplemente representa material no productivo comprado al mismo precio que el material productivo sólido; a pesar de que una vez se dijo lo mismo para la fibra cruda y también las cenizas, se reconoce ahora que la fibra es una parte importante de cualquier dieta. Considerando los porcentajes en el grano de trigo, los carbohidratos comprenden la mayor porción, principalmente en forma de almidón y en cantidades menores en forma de dextrinas y azúcares. Las proteínas que se encuentran en el endospermo constituyen alrededor del 70 al 75% del contenido total de proteínas del grano y consisten de aproximadamente iguales proporciones de gliadina y glutenina. El resto del contenido proteico está en el salvado (19.0%) y el germen (8.0%). Al combinarse las proteínas con agua y mezclarse, forman gluten, que da la estructura básica en las masas

leudadas con levaduras. La fibra cruda es el material fibroso leñoso (celulosa) que existe en las cáscaras y capas de salvado de trigo y se utilizan en muchas variedades de panes tipo fibra que existen en el mercado hoy en día. La grasa cruda (o lípidos) son distribuidas a lo largo de las fracciones de molienda del grano. El siguiente cuadro refleja la distribución de la grasa (AIB 1981).

Cuadro 2. Distribución de grasa en un grano de trigo

	% de grasa en base a 13.5% de humedad
GRANO ENTERO	3.0
SALVADO	6.5
CORTOS	7.5
GERMEN	15.5

AIB (1981)

SORGO

El cultivo de sorgo tiene actualmente un gran incremento en las diferentes regiones del país y del mundo en general; ésto se debe a que es un cultivo muy remunerativo y la gran cualidad que tiene de soportar más la sequía que cualquiera de las siembras establecidas durante el verano exclusivamente de temporal, habiéndose observado ésto en estudios realizados en regiones que carecen de lluvias normales durante el año, así como alargamiento entre un período de lluvias y otro. (Escamilla J. C. 1988).

En realidad todos los sorgos son de origen tropical, pero su introducción y adaptación al hemisferio occidental, en especial Estados Unidos,

caracterizado con condiciones de días largos, han llevado a designar a este grupo como sorgo templado (Rao et.al; 1982). En México la mayoría de los sorgos que se utilizan son de origen templado, sin embargo, el hecho de que haya regiones con ambientes similares a Nuevo León como India y Africa, en donde las variedades de adaptación tropical tienen un alto rendimiento, ha provocado la introducción de genotipos con adaptación tropical en el Estado, lo cual fue iniciado en 1982, por el "Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo" de la FAUANL, teniendo adaptación tropical en cuanto a rendimiento y potencial de producción.

De 1982 a la fecha se han probado siete variedades de adaptación tropical, proporcionadas por el programa de sorgo INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICOS (ICRISAT), CENTRO DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT), donde sobresale la UANL-187, que produce 4 toneladas por hectárea de grano harinoso sin testa, de gran resistencia a la sequía y con un contenido nutricional aceptable.

ESTRUCTURA DEL GRANO

La estructura del grano de sorgo tiene una importante productividad sobre varios procesos y rasgos de calidad en alimentos. La estructura de la semilla de sorgo, varía significativamente por causa de factores ambientales y genéticos. El cariopside o semilla, está compuesto de tres partes principales que son: la cobertura externa (pericarpio), el tejido de almacén (endospermo) y el embrión (germen).

SALVADO O PERICARPIO. El pericarpio puede ser subdividido en epicarpio, mesocarpio y el endocarpio. El epicarpio es el más externo y usualmente

consiste de dos o tres capas de células. Estas células son de forma alargada y rectangular y recubiertas de cera, ocasionalmente pigmentadas. El mesocarpio está debajo del epicarpio y puede variar en grosor. Cuando el mesocarpio es grueso y contiene pequeños granulos de almidón, la semilla tiene una apariencia yesosa.

La capa más interna es el endocarpio, el cual consiste en células cruzadas y tubulares. Las células cruzadas son largas y angostas, siendo una de las principales funciones de éstas el transporte de humedad. Estas células son también puntos de rompimiento cuando el pericarpio (salvado en terminología de molienda) es removido durante la molienda del grano. El pericarpio comprende del 5% al 7% del peso total de la semilla.

Justo abajo del pericarpio, algunas semillas de sorgo tienen una capa bastante pigmentada llamada testa, subcapa o subcubierta. Algunas variedades de sorgo tienen una testa identificada como "parcial" que es encontrada en ciertos lugares alrededor de la semilla. El color de la testa varía de una variedad a otra. La pigmentación de la testa es asociada con una alta concentración de polifenoles. (Bullar et.al 1982).

ENDOSPERMO. El endospermo del sorgo consiste de una capa aleurona, la periferia corneal y la porción harinosa. La capa aleurona celular localizada bajo el pericarpio (o testa si está presente) es una simple capa de células rectangulares como "blocks". Las células aleuronas tienen cuerpos esféricos que varían en medida las cuales contienen proteínas, minerales, agua, vitaminas solubles, enzimas autolíticas, fitina y altos niveles de alcohol. La periferia endospérmica está bajo la capa aleurona y es una área no muy bien definida, consistiendo de dos a seis capas de células endospérmicas. Estas células son pequeñas y en forma de blocks conteniendo granulos de almidón

empotrados en una densa matriz de proteína. La matriz de proteína está comprendida principalmente de gluteninas y prolaminas. La córnea endospermica (dura, callosa y vidriosa) localizada abajo de la periferia endospermica, tiene una interfase continua entre el almidón y la proteína. Las áreas de endospermo harinoso tienen células empacadas de endospermo libres o sueltas. Los granulos de almidón en estas áreas son esféricos y no están contenidos juntos por la matriz proteínica. En adición, existen pequeños huecos entre los gránulos de almidón y hay relativamente poca continuidad en la matriz proteínica, estos espacios de aire através del endospermo explica la apariencia yesosa y opaca del endospermo harinoso.

El endospermo comprende del 80% al 90% del peso total de la semilla. (Mertin J. V. 1981).

GERMEN DEL SORGO. El embrión o germen está compuesto de dos partes principales: El eje embrionario y el escutelo. Las células del germen están modificadas para transferir células, las cuales interfieren en el movimiento de humedad, de microorganismos y componentes solubles del endospermo. Glueck y Rooney (1980) mostraron que el embrión juega un papel muy importante en la conducción del agua y la forma susceptible de la semilla de sorgo. Las células del escutelo contienen glóbulos de aceite, cuerpos proteínicos y sólo algunos pocos granulos de almidón (Mertin J. V. 1981).

CALIDAD ALIMENTICIA

El grano de sorgo es, fundamentalmente, un alimento energético, ya que su principal componente alimenticio es el almidón o fécula (70%). El contenido de proteína cruda promedio es alrededor de 9% y su contenido de aceite de 3.5% aunque hay amplios márgenes de variación entre las distintas variedades. La proteína del sorgo, es deficiente en dos aminoácidos esenciales, lisina y metionina (Potter N. 1978).

La siguiente tabla, muestra composiciones fisicoquímicas de diferentes cereales aptos para el consumo humano.

Cuadro 3. Composición típica de cereales en porcentajes.

GRANO	HUMEDAD	CARBO HIDRATOS	PROTEINAS	GRASA	FIBRA NO DIGERIBLE
MAIZ	11	72	10	4	2
TRIGO	11	69	13	2	3
AVENA	13	58	10	5	10
SORGO	11	70	12	4	2
CEBADA	14	63	12	2	6
CENTENO	11	71	12	2	2

Potter N. (1978)

Las características del grano de sorgo que influyen en la calidad de éste como alimento son:

COLOR DEL GRANO: El grano de sorgo que predominantemente se utiliza en la elaboración de alimento, es el de color blanco, sin embargo, en regiones del Este de Africa donde el sorgo es cultivado tradicionalmente para evadir problemas con aves, es un grano de color café. Estos tipos de grano coloreados pueden o no tener una alta concentración de taninos. Los taninos son químicamente polifenoles de alto peso molecular, los cuales inhiben la digestibilidad de la proteína, provocando que los sorgos con altas concentraciones de taninos sean de poco valor alimenticio.

Se ha encontrado visualmente difícil establecer criterios de calidad en cuanto a contenido de taninos puesto que se tiene que ciertas variedades de sorgo con pericarpio blanco, rojo y libres de testa, no tienen taninos, o su contenido es realmente despreciable, de este modo, sólo las variedades de sorgo café (incluyendo sorgo blanco con testa) requieren de la evaluación de contenido de taninos cuando se conduzcan pruebas de este tipo.

MEDIDAS Y PESO DEL GRANO. Generalmente el grano fresco es el más preferido. La medida y peso del grano son correlacionados ampliamente. El peso de una centena de granos es de 3 a 3.35 gms., el cual es aceptable. Un peso de grano mayor al peso mencionado en 100 semillas, es generalmente relacionado con endospermo blando. Frecuentemente, la frescura del grano es evaluada visualmente, pero una evaluación más significativa se puede tener de las pruebas de rendimiento.

FORMA DEL GRANO. Los granos redondos y ovalados son normalmente los preferidos, ya que éstos tienen ciertas ventajas en los tradicionales métodos de molienda mecánica, mientras que en los granos planos y picudos es muy difícil

separar el pericarpio del endospermo. Desafortunadamente éstos tipos de sorgos son los que predominan.

PERICARPIO. Un pericarpio delgado es generalmente preferido. En varios países de Africa, el pericarpio grueso se relaciona con un endospermo duro, lo cual es ventajoso para el descascarado tradicional, mientras que en la India este tipo de pericarpio no es de ningún agrado.

Es importante tener en mente que ambos, pericarpio grueso y delgado son factores de considerable importancia para la selección de variedades a probar en diferentes países.

ENDOSPERMO. Las variedades de sorgo ceroso o acerado, son generalmente las más rechazadas en la mayoría de los países, puesto que este tipo de grano ha conducido a varios problemas de calidad en alimentos. El endospermo ceroso es controlado por una señal de receso de un gene.

Los granos de endospermo amarillo tienen una desventaja, estos son altamente susceptibles al deterioro tanto en el campo como en almacenaje. El caroteno de poca vitamina A activa, se pierde en el almacén y aún tras exposición en el campo, lo que afecta limitando la viabilidad de la semilla después del almacén. Por consiguiente, los tipos de endospermo amarillo deberán ser seleccionados sólo para regiones secas.

Las variedades de sorgo de endospermo blanco, son generalmente más preferidas (House L. R. 1985).

SORGO COMO ALIMENTO

Antecedentes del ISFTQ (International Sorghum Food Total Quality) han dado una evaluación sobre la factibilidad de crear sorgo que tenga propiedades para casi todos los alimentos hechos a base de sorgo.

En general, las variedades de granos amarillo pálido y blanco con 60% a 70% de endospermo corneal, son de calidad aceptable en la mayoría de los sistemas de alimentos en los que han sido evaluados.

Las especificaciones de calidad de alimentos de sorgo, fueron establecidas en base a textura de semilla y grosor del pericarpio. La semilla con un pericarpio y endospermo corneal grueso muestran las mejores propiedades de molienda manual, mientras que los sorgos de tipo perla no son aceptados, ya que se requiere más esfuerzo en el descascarado aunque en la molienda mecánica se obtiene harina con excelente aceptación. (Mertin J.V. 1981).

Los sorgos con 60% a 100% de endospermo corneal, son preferidos en la preparación de un tipo de atole llamado ugali, bogobe o sankati. Variedades con un 20% a 40% de endospermo corneal, se utilizan con excelentes resultados en la preparación de Kisra e Ingera. Kisra es principalmente producido de grano entero y fermentado durante 24 horas, entonces la imposibilidad para descascarar el grano harinoso, no es importante. Una situación similar existe en Etiopía, donde la masa de sorgo es fermentada aproximadamente 48 horas para preparar Ingera. Los granos con textura intermedia fueron los más solicitados para la preparación de pan sin levadura (tortilla y roti).

La presencia de pericarpio rojo y amarillo no afectó adversamente la aceptación de los productos en los cuales se utiliza, tanto en textura como en

calidad de preservación, fueron aceptados. Por ejemplo, en pan leudado, el sorgo con subcapa o testa, es totalmente aceptado. El color preferido en los atoles o potajes es blanco o amarillo aunque actualmente se consumen atoles preparados de sorgos color rojo y café. De este modo, el color no es de crítica importancia en muchos de los sistemas rurales alimenticios. Sin embargo, se ha observado que el color es crítico en panes sin leudar, especialmente tortillas. Por otro lado, estos productos están comenzando a competir con alimentos a base de trigo y maíz en áreas urbanas donde el color blanco es requisito para su aceptación. (Mertin J. V. 1981).

En muchos países de Africa, Asia y América Latina, el sorgo utilizado para consumo humano es utilizado en atoles, pan leudado y no leudado. En Etiopía, "Ingera" es un pan leudado de forma plana y redonda; es considerado como el pan tradicional de los etíopes y tradicionalmente es elaborado con el cultivo de Tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter); en segundo lugar se utiliza el sorgo para la elaboración de este pan, aprovechando preferentemente grano descascarado (Gebrekidan y Gebrehiwot, 1982).

En Sudán, el "Kisra" es un pan fermentado como un "pancake" delgado hecho de harina de sorgo, predomina en la dieta de mucha gente en las regiones sorgueras de ese país; es considerado de alta calidad cuando su color es blanco o cremoso, suave y húmedo al gusto. Por lo cual, los sorgos blancos y cremosos son considerados los más adecuados para producir este pan. (Ejeta, 1982).

Por lo que respecta a América Latina, existen varios países como México y El Salvador que utilizan el sorgo en la preparación de alimentos como

ingredientes principales o en mezclas con maíz; esto último, principalmente en la elaboración de tortillas y frituras, alimentos muy populares en dichos países. (Herrera y Palomo, 1984).

Vogel y Graham (1979) han dado una descripción detallada de ocho métodos básicos de consumo de la mayoría de sorgo producido para alimento en lugares como Asia, Africa y América Latina, siendo estos:

- Pan sin levadura. (Roti o tortilla).
- Pan con levadura. (Ingera, Kisra o Dosai).
- Potaje o Atole espeso. (Towo, Ugali, Bogobe o Sankati).
- Productos cocinados con vapor. (Couscous, Wowoto o Noodles).
- Sorgo sancochado. (Soru).
- Bocadillos de sorgo. (Popped).
- Bebidas con y sin alcohol. (Burkutu, Busa, Ting, Abushera o Abrey).

Los productos son referidos con diferentes nombres según sea la región donde se procesa, por lo que existe una considerable variación en las técnicas usadas para la preparación de estos productos dentro de cada categoría básica.

Roney y Kirleis (1979) reportan que las bebidas son procesadas usando condiciones ácidas neutrales y alkali encontrando que una variedad de sorgo puede tener buenas propiedades para su utilización en bebidas ácidas o neutras y a la vez, no tener buena aceptación en bebidas no ácidas. (Mertin J. V. 1981).

PAN SIN LEVADURA. "Roti" es un pan no fermentado elaborado a base de sorgo, tiene gran demanda en la India, y es consumido tanto en las áreas urbanas como rurales. Es por esto que el 70% de sorgo producido en este país en 1980 fue consumido en forma de "Roti" (Murty y Subramanian, 1982).

El sorgo Maldani - 35, cultivado en estación tardía, es el más adecuado para un pan sin levadura de calidad. La semilla del Maldani es grande con un blanco y delgado pericarpio y un endospermo de textura media. Las características de medida, forma y brillo del grano del Maldani reúne los estándares de calidad de sorgo en la India.

Murty y Subramanian (1982) diseñaron y usaron procedimientos estandarizados para fabricar Roti de diferentes cultivos de sorgo, observando que la calidad del amasijo, el laminado, aroma, sabor y textura del Roti, variaban considerablemente.

En general, el Roti elaborado de granos blancos, resultó de un color crema amarillento, y granos de textura intermedia sin subcubierta, dieron una calidad organoléptica aceptable. La presencia de un pericarpio duro y corrioso, produjo Rotis de una calidad de sabor y textura inferior, así como los sorgos harinosos produjeron una deficiente calidad de masa. De los granos cerosos se obtuvo una masa firme y Rotis esponjados, pero un poco gomosos. (Mertin J. V. 1981).

PAN CON LEVADURA. El sorgo es consumido en Eitopía en forma de un delgado pan leudado llamado **INGERA**. El sorgo es molido y transformado a harina, la cual es mezclada con agua y un cultivo iniciador; la mezcla es entonces almacenada por dos o tres días. La masa de harina de sorgo fermentado es entonces amasada un poco antes de depositarse a la plancha para cocerse. El delgado pancake es flexible, tiene un gran número de

pequeños hoyos distribuidos uniformemente sobre la superficie y se mantiene suave hasta después de 48 horas.

Gebrekidan y Gebrehiwot (1982) observaron que los sorgos con una textura de endospermo pobre eran los que más afectan la calidad del Ingera, mientras que de los sorgos de endospermo blando y con pericarpio blanco o rojo, a pesar de la presencia de subcubierta, se obtenía la mejor calidad de Ingera. Por otro lado, los sorgos color café, con alto contenido de taninos produjeron Ingera de calidad inaceptable. Otra observación interesante fue, que la calidad de conservación del pan era considerablemente diferente al ser fabricado con varios tipos de sorgo blando que aparentemente eran iguales.

En Sudán, se consume un pan leudado de harina integral llamado KISRA. La información sobre la variabilidad de características de calidad de este tipo de pan hecho con diferentes tipos de sorgo, es muy limitada.

Murty y House (1980) determinaron que los Kisra preparados con sorgos color crema y menos de 40% de endospermo corneal fueron los de mejor textura y propiedades de conservación, mientras que los genotipos con altos niveles de taninos y fenoles fueron notoriamente rechazados (Mertin J. V. 1981).

TIPOS DE MASAS EN PANIFICACION

Actualmente, se conocen cinco o seis métodos utilizados en la elaboración de pan blanco los cuales son utilizados dependiendo de ciertos factores como: Sistemas de producción, clima, cantidad y tipo de masa a fabricar, etc. siendo cada uno de éstos diferenciados en la manera en la que se elaboran las masas. En Nuevo León, son dos los métodos más utilizados en la elaboración de pan blanco tipo francés, éstos son:

METODO ESPONJA. El método esponja, llamado también indirecto, consiste en elaborar la masa en dos pasos. El primer paso (etapa de esponja), se mezcla una porción de todos los ingredientes y se les permite pasar por una fermentación preliminar. El segundo paso (etapa de masa), se adicionan a la esponja el resto de los ingredientes, se mezclan y someten a una segunda fermentación de duración relativamente corta.

La esponja generalmente comprende de 55% al 75% de la harina total que señala la fórmula, la mayor parte de la levadura, sales minerales y agua o leche para producir una masa regularmente firme.

Después de completada la operación de mezclado, la esponja fermenta durante 3 a 5 horas dependiendo del contenido de harina y levadura de la esponja:

El paso final es la etapa de la masa. Aquí se obtiene la masa al mezclar la esponja de fermentación completa con los ingredientes restantes de la fórmula total. La masa debe ser suave, firme y elástica y debe tenerse cuidado para evitar un sobremezclado que resultara en una masa floja y pegajosa. Las ventajas del método esponja son :

1. Ahorro en levadura.
2. Mayor volumen del pan.
3. Hogazas más ligeras y mejor aireadas.
4. Mayor flexibilidad: Permite reducciones y adiciones de ingredientes antes del mezclado de la masa.
5. Reduce las pérdidas debidas a contratiempos en los programas de reducción.

METODO TRADICIONAL O DIRECTO. Este método, en contraste con el método de Esponja, es un proceso de un solo paso de mezclado. La práctica generalizada consiste en colocar primero todos los ingredientes secos (harina, sal, azúcar, leche deshidratada, etc.) en la mezcladora, seguido por los líquidos (agua, jarabe y solución de levaduras). La manteca se incluye una vez efectuado un mezclado parcial de los ingredientes. Se usan aproximadamente 10% más de levadura y 15% menos de malta (en caso de uso) en fórmulas de método directo en comparación a las aplicaciones similares del método de esponja. Al ser un método de un solo paso, el mezclado de la masa directa continúa hasta que la masa adquiera un carácter suave y elástico.

Las ventajas del método de Masa Directa son:

1. Menor pérdida de tiempo en fermentación debido a un tiempo de fermentación más corto.
2. El proceso de un solo paso requiere menos mano de obra.
3. Algunos panaderos opinan que produce mejor sabor.

(AIB 1981)

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la variedad tropical adaptada de sorgo UANL-187 y harina comercial de trigo duro proporcionada por una panificadora local. El sorgo fue cribado en malla #60 después de haberse molido en un molino de laboratorio cuchillas "Cuadromatic Junior de Barbender".

Los métodos utilizados en la elaboración de las masas fueron: Método Directo (M1) y Método Esponja (M2) utilizando una amasadora HOBART Mod. A-120 de 3 velocidades con capacidad de 10 kg., se utilizó una cámara de fermentación y un horno de columpios con capacidad de 216 charolas.

El equipo anterior así como las instalaciones usadas fueron facilitadas por una panadería local.

PREPARACION DE LAS MEZCLAS

Para ambos métodos se prepararon combinaciones de harina de sorgo-trigo:

10%	-	90%
15%	-	85%
20%	-	80%
0%	-	100% (testigo)

Se prepararon los ingredientes necesarios de acuerdo a una formulación típica de pan francés, para cada una de las combinaciones de harina, (Cuadro 1A).

Para el método esponja, es necesario hacer una preparación preliminar llamada esponja, la cual es preparada con harina, levadura y agua en las proporciones que se presentan en el cuadro 2A.

La mezcla es amasada durante 5 minutos con el único objeto de incorporar los ingredientes, sin dejar que se desarrolle el gluten. Una vez obtenida la esponja, se deja reposar por dos horas. Generalmente representa el 35 - 40% de la formulación total. (Cuadro 3A).

PREPARACION DE LAS MASAS

METODO DIRECTO

Se agregaron todos los ingredientes secos a la mezcladora, se mezcló con el brazo tipo "gancho" a primera velocidad durante 1 minuto; se apagó la mezcladora para añadir el agua previamente medida y a una temperatura de 25°C para comenzar el amasado en segunda velocidad durante 10 minutos.

METODO ESPONJA

Se agregaron todos los ingredientes secos a la mezcladora, se mezcló con el brazo tipo "gancho" a primera velocidad, sin parar la mezcladora se agregó la esponja y se mezcló durante 1 minuto; se apagó la mezcladora para añadir el agua previamente medida (a 25°C) y se amasó a segunda velocidad durante 10 minutos, alcanzando así el punto óptimo de amasado.

Las prácticas consecuentes al amasado fueron las mismas utilizadas en ambos métodos, con la diferencia de que en el método esponja el tiempo de fermentación fue de 30 minutos.

POST AMASADO

REPOSO DE LA MASA

Una vez terminado el amasado se dejó reposar la masa durante 15 minutos a 30°C sobre un tablero de madera con harina de trigo previamente espolvoreada para evitar que ésta se pegue y se cubrió con polietileno para evitar su deshidratación.

CORTADO

El peso reglamentario de una porción de masa para formar y hacer un pan francés, es de 0.089 kg., lo cual nos da un peso final después de horneado de 0.070 kg. La cortadora manual utilizada es de 36 porciones o "tantos", significando ésto que la masa a cortar o "bastón" tendría que ser de 2.880 kg.

Para efectos de las pruebas, se trabajaron ensayos cuyos pesos totales fueron de 1.662 kg. para el método directo y 1.643 kg. para el método esponja, por lo que se decidió ajustar los bastones a 1.440 kg. desechando los sobrantes de la masa y de esta manera se cortaron tantos de 0.040 kg. y formar piezas de dos tantos obteniéndose sólo 18 piezas. Cabe aclarar que previo al cortado se presionaron manualmente los bastones para darles la forma de un disco grueso y así puedan ser éstos depositados en los moldes de la cortadora.

FORMADO

El formado del pan es 100% artesanal siendo lo que a fin de cuentas le da su forma a las piezas y consiste en tomar un tanto con las manos y presionarlo contra el tablero, al mismo tiempo se empuja hacia adelante y atrás para formar un cilindro al que, con el mismo movimiento, aplicando un poco más de presión en los extremos, se harán éstos más delgados sin tratar de que se

hagan puntiagudos, de tal forma que la pieza terminara en forma de un ovoide alargado, para posteriormente ser depositado en las charolas en un acomodo de tres a cinco (solo se llenó un charola, se desecharon tres piezas).

FERMENTADO

Las charolas fueron acomodadas en "Racks" (estructuras porta charolas con ruedas) y metidas en una cámara de fermentación en la cual se inyecta vapor y aire caliente, alcanzando temperaturas de 35 a 40°C y una humedad relativa aproximada de 80% (cámara calibrada para dar ese porcentaje de humedad). Las piezas se mantuvieron ahí entre 40 y 50 minutos para lograr que alcanzaran su punto óptimo de fermentado.

HORNEADO

Una vez completado el período de fermentación, se sacaron las charolas y se procedió a hacer un corte longitudinal no muy profundo y meter al horno, previamente calentado a 220°C. Dicho corte se hace con el objeto de darle un poco más de volumen a las piezas en el horneado y darle la vista característica del borde rugoso y crujiente. Durante el primer minuto de horneado se inyectó vapor al horno, esto con el objeto de darle a las piezas el típico color café dorado brillante, y se terminó la práctica de horneado al completar 15 minutos.

ENFRIADO

Al salir las piezas del horno, se dejaron enfriar durante 30 minutos a temperatura ambiente (30°C) y posteriormente empacadas en bolsas de polietileno para evitar una excesiva pérdida de humedad.

ANALISIS QUIMICOS

Las variables de humedad, cenizas, proteínas y grasas se determinaron en el producto terminado con procedimientos establecidos por la AOAC en las instalaciones del Laboratorio Bromatológico de la FAUANL. La unidad experimental consistió de tres piezas de pan.

DIMENSIONES FISICAS

Las variables altura, anchura, longitud, color de la corteza, color de miga, textura y sabor se registraron en el local de fabricación de las pruebas con el personal experto en el proceso, utilizando como base las características del testigo (comercial). Dichas variables se describen brevemente a continuación.

LONGITUD

La longitud de las piezas fue tomada midiendo la distancia en centímetros, ocupada de punta a punta por las piezas en un plano horizontal.

ALTURA

La altura de las piezas fue tomada en centímetros haciendo un corte transversal de las piezas en la parte más alta de éstas. (El corte no se hizo en la parte media tomando en cuenta la longitud de las piezas debido a que la parte más alta de éstas no es exactamente en el centro) y midiendo la distancia de la base hasta la parte más alta.

ANCHO

La anchura de las piezas fue medida sobre el corte transversal hecho para medir la altura, tomando la distancia en centímetros de un costado a otro, a la altura media de las piezas.

Para los datos de dimensiones, se evaluaron tres piezas por ensayo y se promediaron los valores.

ANALISIS SENSORIALES

Con el objeto de evaluar las características organolépticas, cada ensayo fue evaluado y comparado contra el testigo, usando la prueba hedónica con tres miembros del personal de producción de la planta en la que se realizaron las pruebas y con tres amas de casa, tratando de que dichos evaluadores manejaran los mismos términos y de esta manera, se analizaron las siguientes variables:

COLOR EXTERNO

El color de la corteza de cada pieza fue evaluado visualmente contra el testigo, observando la capa más externa de las piezas, dando como opciones de color: café claro, café oscuro, café brillante, café blancozo (cenizo) y café grisáceo; tonalidades comunes en este tipo de pan.

COLOR INTERNO

El color interno o de la miga, fue evaluado visualmente, haciendo un corte transversal, observando la parte interna de las piezas, dando como opciones de color: blanco crema, blanco brillante, blanco opaco, blanco grisáceo; tonalidades típicas en los migajones del pan.

SABOR

El sabor de las muestras fue evaluado de manera organoléptica, tomando en cuenta la corteza y migajón juntos, comparado contra el testigo de sabor fresco, ligero a fermentado, libre de cualquier olor y/o sabor extraño.

TEXTURA

La textura de las muestras fue evaluada de manera organoléptica, comparado contra el patrón o testigo de tal manera que el evaluador detectara diferencias al morder y masticar las muestras mencionadas, tomando en cuenta las características típicas del testigo que son: crujiente al morder, suave y esponjoso por dentro, sin resistencia al corte y cierta jugosidad al masticarse.

Cabe aclarar que en todas las evaluaciones sensoriales, se informó a cada evaluador cual era el testigo, con el objeto de que todas las impresiones tuvieran un punto de referencia, además de ocultar el orden y etiquetas (identificación de porcentajes) de las muestras en evaluación.

ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico se basó en un diseño de bloques completamente al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela grande fué tipo de masa y la parcela chica mezcla de harina. La unidad experimental consistió de tres piezas de pan. El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + E_{ij} + B_k + A_{jk} + E_{ijk}$$

La comparación de medidas se basó en la prueba estadística de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 4 nos indica que la adición de sorgo en la fabricación de pan francés a los diferentes porcentajes en los que éste fue añadido, no afecta el valor nutritivo del pan en cuanto a lo que a proteína y grasa se refiere, ya que no existe diferencia estadística significativa, lo cual nos indica la factibilidad de uso de esta variedad de sorgo en panificación. Lo mismo sucede en el caso de dimensiones físicas (altura, anchura y longitud) importante rasgo de calidad, ya que tampoco existe diferencia significativa registrada.

En cuanto a las variables de humedad (mismo cuadro), podemos apreciar que hay una diferencia significativa causada por las variaciones en las mezclas de trigo-sorgo. Las diferencias pueden ser numéricamente observadas en el Cuadro 5 y Fig. 1, donde se observa un ligero incremento de humedad en ambos métodos utilizados, a medida que se incrementa el contenido de sorgo.

De lo anterior no se tiene referencia con respecto a las características del almidón del sorgo, pero se sabe que el almidón de maíz tiene mayor capacidad de retención de agua a temperatura ambiente con referencia al del trigo, lo cual pudiera ser aplicado para explicar dicho incremento en lo que se refiere al sorgo.

En el cuadro de comparación de medias de humedad (Cuadro 6) por la prueba estadística de Tuckey, se puede apreciar que las mezclas con 10 y 15% de sorgo, son estadísticamente iguales, y son las que tienen el mayor contenido de humedad, lo cual es un favorable rasgo de calidad, ya que la humedad, en ciertos límites, es directamente proporcional a la suavidad del producto. También se puede apreciar que la mezcla del 20% de sorgo y el testigo, son estadísticamente iguales a la del 10%, pero no a la de 15% de sorgo.

Otra variable que mostró diferencias altamente significativas (Cuadro No. 4), es el contenido de cenizas, tanto en las variaciones causadas por la mezcla de trigo-sorgo, como en la interacción que hay entre las mezclas y los tipos de masa (directo y esponja). Esto se puede apreciar gráficamente en la figura No. 2 en la cual se observa, además de un comportamiento diferente en las curvas, una intersección de éstas. La curva que representa el método directo, muestra una clara tendencia ascendente a medida que el porcentaje de sorgo es incrementado, lo cual nos indica que el porcentaje de cenizas en las mezclas utilizadas en dicho método, es directamente proporcional al porcentaje de harina de sorgo que se incluye en éstas.

En la curva del método esponja, la tendencia es contraria a la del método directo, mostrando un ligero incremento al final de ésta, donde el contenido de sorgo es del 20%. Este tipo de comportamiento puede ser debido a que la esponja que se utiliza como parte de la formulación, ya tiene cierto grado de fermentación, por lo tanto, carbohidratos y minerales ya han sido utilizados como nutrientes por la levadura.

La adición de un 20% de sorgo en las mezclas aportó una cantidad significativa de minerales mayor que el resto de las mezclas en ambos métodos, lo cual concuerda con lo informado por Baktia et. al. (citado por Morad et al 1984) presentando una producción de pan blanco adecuado con 15% de sorgo.

Respecto a las características físicas, el análisis estadístico demuestra también que no hubo diferencias significativas para las variables altura, anchura y longitud (Cuadro 7). A pesar de que el sorgo no presenta proteína de las mismas cualidades que el trigo; la altura, variable relacionada con la capacidad de elasticidad de la proteína de pan, se vé más favorecida en el método esponja tanto para el control como para las mezclas.

En cuanto a las características organolépticas, se detectó que el color de la miga o interior de las piezas fue más sensible a la adición de sorgo, viéndose afectada a concentraciones del 10%, siendo más tolerante el color externo de las piezas, puesto que se detectaron cambios de color hasta concentraciones del 15%. Esto es debido a que el color de la harina de sorgo es crema grisáceo, por lo que opaca el blanco brillante de una miga de pan hecho de pura harina de trigo.

Ya que el pan blanco tipo francés es elaborado con una de las formulaciones más sencillas en cuanto a variedad y cantidad de ingredientes se refiere, es muy sensible a cambios en su formulación, lo cual nos indica que, si la aplicación de sorgo UANL 187 en concentraciones del 10 y 15% en este tipo de pan, no afectó significativamente sus características organolépticas, es más factible la aplicación de éste en formulaciones de pan dulce que son más ricas en ingredientes como azúcar, huevo, etc., cuyo objetivo es dar un sabor más agradable, sin ver afectadas las características nutritivas y organolépticas del producto.

CONCLUSIONES

- La adición de sorgo UANL 187 en la preparación de pan blanco, no afecta el valor nutritivo del producto final tanto en el método tradicional como en el de esponja, lo cual favorece el uso del sorgo en panificación sin decrementos nutricionales.
- El volumen alcanzado de las piezas con adición de sorgo UANL 187, elaboradas por el método tradicional, no es significativamente afectado, lo cual indica su factibilidad de aplicación en pan blanco.
- El uso del método esponja no mejora el desarrollo de volumen en las muestras elaboradas con mezclas de trigo-sorgo.
- La adición de sorgo en la fabricación del pan blanco, sí afecta la textura del producto, con respecto a lo que a suavidad se refiere, aumentando su dureza directamente proporcional al contenido de sorgo.
- La mezcla más adecuada para la utilización de la variedad de sorgo UANL 187, es la de 85% harina de trigo y 15% harina de sorgo.

BIBLIOGRAFIA

- ESCAMILLA, S.J.C. 1988. Uso de la variedad de sorgo 475 en panificación. Tesis.
- INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SORGHUM. 1981. Sorghum in the eighties. Vol 2 ICRISAT.
- HOUSE, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. Second edition. ed ICRISAT.
- MERTIN, J. V. 1981. International Symposium on sorghum grain quality. ed. ICRISAT.
- POTTER, N. 1978. La ciencia de los alimentos. Ed. EDUTEX.
- AMERICAN INSTITUTE OF BAKING. 1981. Bakery course. Copyrighty by AIB.
- BENNION E. B. 1967. Bread making, its principles and practice. ed. Oxford University Press London.
- GEBREKIDAN, B and B. Gerbrehiwot. 1982. Sorghum injera preparations and quality parameters. Proceeding of an International symposium on sorghum grain quality. ed. ICRISAT. Patancheru, India.
- EJETA, G. 1982. Kisra quality; testing new sorghum varieties and hibrids. Proceeding of an international symposium on sorghum grain quality. OCT 1981. ICRISAT. Patancheru, India.

- HERRERA A., V. y M. T. de Palomo. 1984. Elaboración de productos a base de grano de sorgo. En memoria de la comisión latinoamericana de investigadores de sorgo, NOV1984. ed. SAN SALVADOR. El Salvador, c.a.
- MURTY, D. S. and V. Subramanian. 1982. Sorghum roti: 1. traditional methods of consumption and standard procedures for evaluations. Proceeding of an international symposium on sorghum grain quality. OCT 1981. ed. ICRISAT. Patancheru, India.

APENDICE

Cuadro 1A. Formulaciones típicas de pan francés con 10, 15 y 20% de sorgo, para el método directo.

INGREDIENTE	TESTIGO (kgs)	10%* (kgs)	15%* (kgs)	20%* (kgs)
Harina de trigo	1	0.9	0.85	0.8
Harina de sorgo	-	0.1	0.15	0.2
Azúcar	0.02	0.02	0.02	0.02
Sal	0.017	0.017	0.017	0.017
Levadura	0.02	0.02	0.02	0.02
Mejorador	0.005	0.005	0.005	0.005
Agua	0.6	0.6	0.6	0.6

* % en base harina

Cuadro 2 A. Fórmula utilizada para la elaboración de una esponja

INGREDIENTE	%
Harina	62.4
Levadura	0.3
Agua	37.3
Total	100

APENDICE

Cuadro 3A. Formulaciones típicas de pan francés con 10, 15 y 20% de sorgo para método esponja.

INGREDIENTE	TESTIGO (kgs)	10%* (kgs)	15%* (kgs)	20%* (kgs)
Harina de trigo	0.6	0.5	0.45	0.4
Harina de sorgo	-	0.1	0.15	0.2
Azúcar	0.016	0.016	0.016	0.016
Sal	0.014	0.014	0.014	0.014
Levadura	0.008	0.008	0.008	0.008
Mejorador	0.005	0.005	0.005	0.005
Agua (25°C)	0.6	0.6	0.6	0.6
Esponja	0.4	0.4	0.4	0.4

* % en base harina

Nota: Se modificaron todos los componentes de la fórmula por tomar en cuenta que la esponja trae cierto contenido de harina, agua y levadura.

Cuadro 4 A. Cuadrados medios de siete variables observadas en cuatro mezclas de harina de trigo-sorgo en dos tipos de masa para pan francés.

Fuente de Variación	GL	HUMEDAD %	CENIZA %	PROTEI-NA %	GRASA %	ALTURA cm	ANCHU-RA cm	LONGI-TUD cm
Repeticiones 1	3	8.02	0.804	0.261	0.198	0.485	0.031	0.245
Tipo de masa	1	45.41	0.432	0.125	0.601	0.002	1.041	0.843
Error (A)	3	9.94	0.908	6.568	0.170	0.926	0.198	0.161
Mezcla Trigo-sorgo	3	1.56*	0.939**	0.181	0.359	0.461	0.014	0.318
Mezcla Trigo-sorgo x tipo de masa	3	0.397	0.627**	0.205	0.071	0.151	0.069	0.253
Error (b)	18	0.401	0.098	0.104	0.039	0.511	0.114	0.117
Total	31							
CV		10.8	14.6	2.84	26.89	4.38	5.1	7.74
X		5.85	2.14	11.34	0.73	16.32	6.62	4.42

1 Para las variables de altura, anchura y longitud.

* Diferencia significativa.

** Diferencia altamente significativa.

Cuadro 5A. Medias de siete variables observadas en cuatro mezclas de harina de trigo-sorgo en dos mezclas de masa para pan francés.

Tipo de Masa	Mezcla Trigo-Sorgo	HUMEDAD %	CENIZA %	PROTEI-NA %	GRASA %	ALTURA cm	ANCHU-RA cm	LONGI-TUD cm
Tradicional	X	4.66	2.25	11.28	0.601	4.23	6.83	16.33
Espanja	X	7.04	2.03	11.40	0.876	4.61	6.42	16.32
Tradicional	100-0	4.09	1.53	11.60	0.669	4.66	6.83	16.16
	90-10	5.06	2.25	11.38	0.596	4.26	6.66	16.50
	85-15	5.08	2.29	11.10	0.635	4.00	6.83	16.16
	80-20	4.40	2.96	11.03	0.507	4.00	7.00	16.50
Espanja	100-0	6.59	2.09	11.38	0.935	4.83	6.50	15.83
	90-10	6.78	2.02	11.36	0.705	4.16	6.50	16.83
	85-15	7.74	1.70	11.63	0.815	4.66	6.33	16.33
	80-20	7.05	2.27	11.23	1.047	4.76	6.33	16.26

Cuadro 6A. Comparación de medias de contenido de humedad de cuatro mezclas de harina de trigo-sorgo para la elaboración de pan.

MEZCLA TRIGO-SORGO	MEDIA (%)
85 - 15	6.4125 a*
90 - 10	5.9212 a b
80 - 20	5.7312 b
100 - 0	5.3475 b

* Letras iguales significan igualdad estadística

Cuadro 7A. Características organolépticas del pan francés elaborado con dos tipos de masa y cuatro combinaciones de harina.

MASA	MEZCLA TRIGO-SORGO	C O L O R		SABOR	TEXTURA
		EXT.	INT.		
Tradicional	100-0	Café dorado	Blanco crema	Típico	Suave - elástico
	90-100	Café dorado	Crema obscuro	Ligero a maíz	Firme
	85-15	Café dorado grisáceo	Crema obscuro	Ligero a maíz	Rígido
	80-20	Café dorado grisáceo	Crema obscuro	Ligero a maíz	Rígido
Esponja	100-0	Café dorado	Blanco crema brillante	Típico	Suave - elástico
	90-10	Café dorado cenizo	Blanco crema	Típico	Suave - elástico
	85-15	Café grisáceo	Crema obscuro	Ligero a maíz	Ligera rigidez
	80-20	Café cenizo	Crema obscuro	Ligero a maíz	Ligera rigidez

Cuadro 8A. Comparación de medias de porcentaje de cenizas de cuatro mezclas de harina de trigo-sorgo para la elaboración de pan francés.

MEZCLA TRIGO-SORGO	MEDIA (%)
80 - 20	2.6175 a*
90 - 10	2.1363 b
85 - 15	2.0038 b
100 - 0	1.8150 b

* Letras iguales significan igualdad estadística

Cuadro 9A. Comparación de medias de porcentaje de cenizas de cuatro mezclas de harina de trigo-sorgo para la elaboración de pan Francés, por los métodos directos y de esponja.

MEZCLA TRIGO-SORGO	METODO	MEDIA (%)
80-20	Tradicional	2.96 a*
85-15	Tradicional	2.29 b
80-20	Esponja	2.27 b
90-10	Tradicional	2.25 b
100-0	Esponja	2.09 b
90-10	Esponja	2.02 b
85-15	Esponja	1.70 b
100-0	Tradicional	1.53 b

* Letras iguales significan igualdad estadística

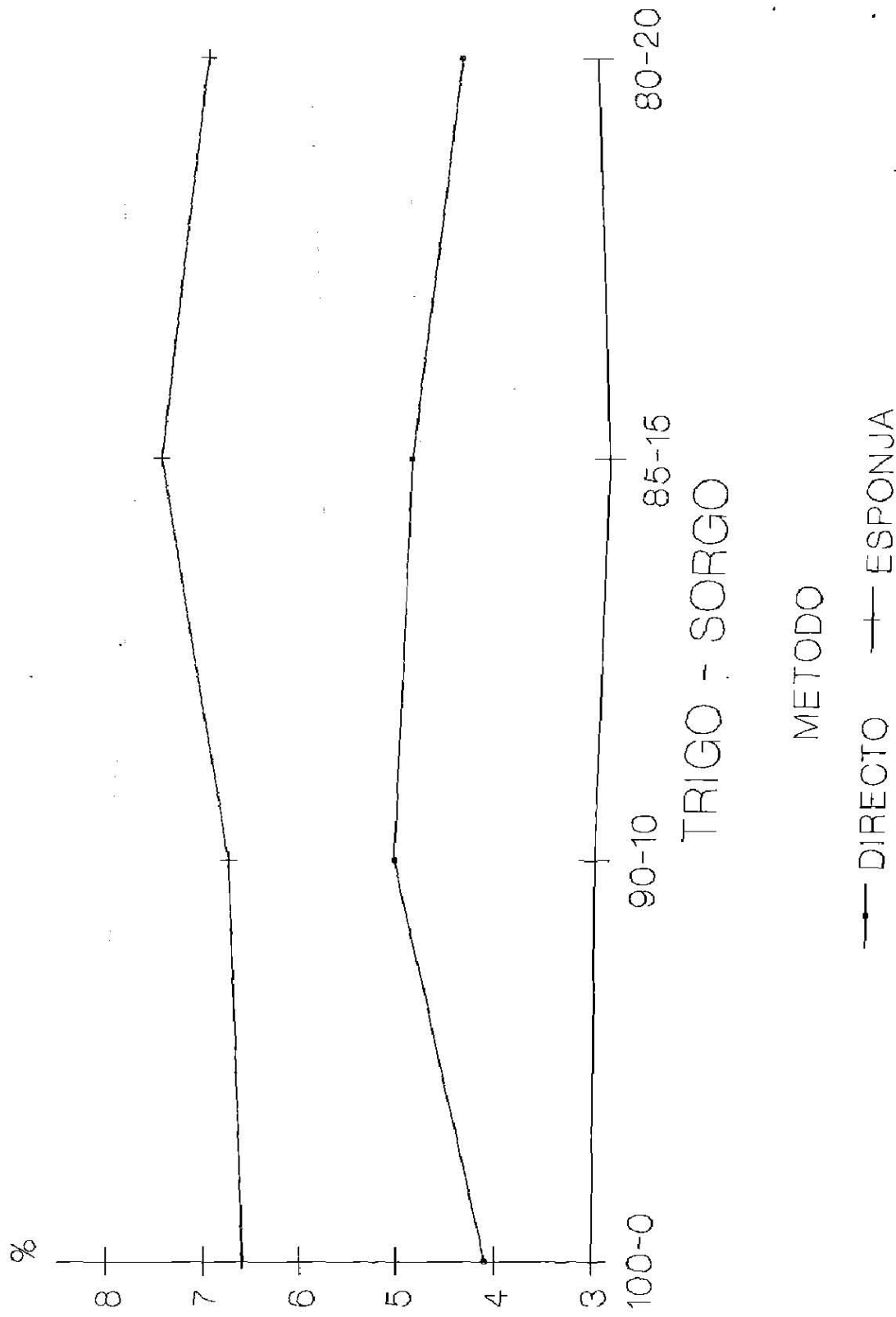


FIGURA 1. Humedad en pan francés elaborado en cuatro proporciones de trigo-sorgo en dos métodos de amasado.

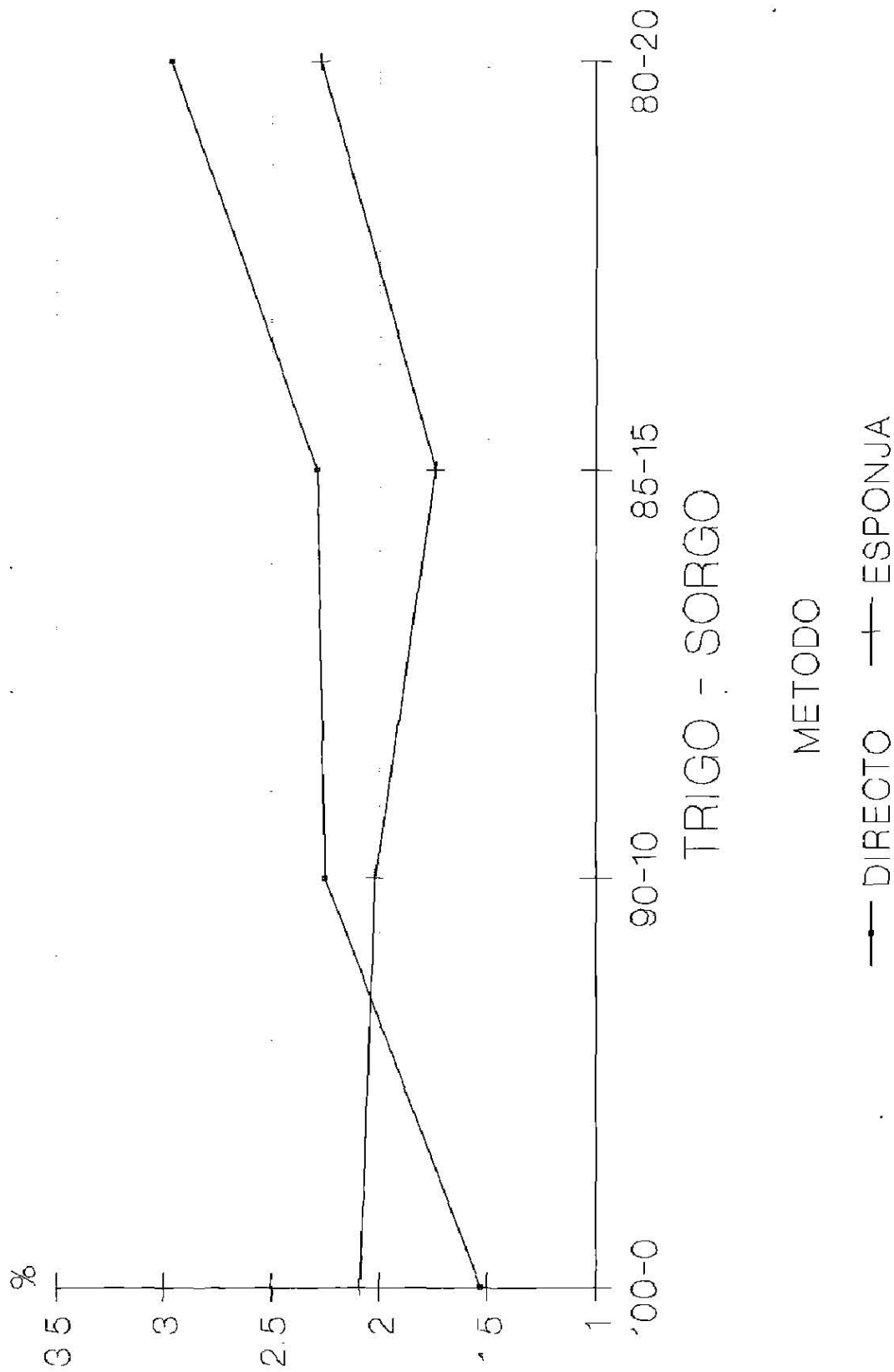


Figura 2. Cenizas en pan francés elaborado en cuatro proporciones de trigo-sorgo en dos métodos de amasado.

AGRADECIMIENTOS

- Al Sr. Manuel Campos, Jefe de Producción de Pastelerías Monterrey, por sus enseñanzas en panificación

- Al Ing. Domingo González, Director de Producción de Pastelerías Monterrey, por las facilidades prestadas para llevar a cabo esta investigación

- A la Q.B.P. Luz Ma. Murillo de V., encargada del Laboratorios de Bromatología de la FAUANL, por el apoyo prestado para efectuar los análisis químicos de esta investigación.

- A la Ing. Ana Luisa Orozco, Gerente de Producción de Mixco Internacional, por la colaboración en la obtención de materias primas y análisis químicos de esta investigación.

- Al Ing. Antonio Durón, por el apoyo para efectuar los análisis estadísticos.

- A la Srita. Mónica Arizpe, Secretaria de la Vicepresidencia de Ventas, por el apoyo en la escritura y revisión de esta investigación.

- A mis asesores: M.C. Leonel Romero Herrera y M.Sc. Norma I. Contreras Montes de Oca, Maestros investigadores del Centro de Investigaciones Agropecuarias, por el apoyo, paciencia y dedicación que tuvieron durante el tiempo que tomó esta investigación.

