

Desarrollo y evaluación física-química y sensorial de un pan usando salvado de trigo y harina integral

Olga Cecilia Tinoco Lagos

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo y evaluación física-química y sensorial de un pan usando salvado de trigo y harina integral

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Olga Cecilia Tinoco Lagos

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Desarrollo y evaluación física-química y sensorial de un pan usando salvado de trigo y harina integral

Presentado por:

Olga Cecilia Tinoco Lagos

Aprobado:

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Flor Núñez, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Tinoco, O. 2009. Desarrollo y evaluación físico-química y sensorial de un pan usando salvado de trigo y harina integral. Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 26 p.

Existen dos tendencias encaminadas al consumo de pan: alimentos sofisticados y productos naturales y saludables. Enfatizando en esta última tendencia el objetivo principal del estudio fue desarrollar un pan usando salvado de trigo, harina integral y miel como un saborizante natural así como evaluar las propiedades sensoriales, físicas y químicas para su aceptación. Para cumplir con dicho objetivo, se realizó un análisis sensorial con una prueba de aceptación en la que se evaluó el aroma, apariencia, textura, sabor y aceptación general de tres diferentes porcentajes de salvado de trigo (ST) y harina integral (HI) en la formulación original del pan integral Zamorano. Las propiedades físicas que se evaluaron fueron de textura y color para cada tratamiento y se realizó un análisis químico proximal para el tratamiento mejor evaluado en los resultados del análisis sensorial. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (BCA) con cuatro tratamientos: (HI 10%, ST 20%), (HI 15%, ST 15%), (HI 20%, ST 10%) y Pan Integral Zamorano (HI 30%, ST 0), con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Se determinó por medio de un análisis de costos variable el costo de producción del producto en la planta de panificación de Zamorano. No se encontraron diferencias significativas en los parámetros evaluados en el análisis sensorial de los tratamientos a excepción del pan integral Zamorano, de igual forma en los análisis físicos, sin embargo, el tratamiento mejor evaluado fue el de (HI 15%, ST 15%).

Palabras clave: consumo de pan, fermentación, gluten.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5. CONCLUSIONES	17
6. RECOMENDACIONES	18
7. BIBLIOGRAFÍA	19
8. ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Formulación del Pan Integral Zamorano (15 moldes).....	8
2. Formulación del Pan usando Salvado de Trigo y Miel (1 molde).....	8
3. Resumen de tratamientos.....	10
4. Resultados de la separación de medias de la evaluación sensorial.	12
5. Análisis físico de color: valor L*.....	13
6. Análisis físico de color: valor a*.....	13
7. Análisis físico de color: valor b*.....	14
8. Análisis de textura.....	14
9. Análisis proximal del Pan para (HI 15%, ST 15%).	15
10. Análisis proximal del Pan Integral Zamorano.....	15
11. Costo variable del Pan para (HI 15% y ST 15%).....	16

Figura

1. Diagrama de flujo para la elaboración de pan en Zamorano.....	9
--	---

Anexo

1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación de Pan Alto en Fibra.....	20
---	----

1. INTRODUCCIÓN

Las tendencias del consumo de pan se encaminan en dos sentidos: alimentos muy sofisticados de compleja elaboración y productos naturales y saludables, además la importancia de una alimentación rica en fibras se ha acentuado lo que ha ampliado el consumo de panes integrales. La popularidad de este pan ha ido creciendo desde finales del siglo XX y su consumo se considera como un ingrediente de la dieta equilibrada.

Las harinas denominadas panificables, es decir de trigo, centeno, cebada y avena, son aquellas que pueden dar un pan aceptable, aunque las harinas de algunos cereales, como la avena y cebada, no se emplean sola, sino mezcladas con harina de trigo –que es la que produce más fuerza en la masa. Para comprender el término "fuerza de la harina", hay que conocer cuál es su composición, que dependiendo del cereal que se trate, los porcentajes de los componentes varían. Por ejemplo, la harina con un 9% de proteína es una harina floja, mientras que la que tiene un 14% de proteína corresponde a una harina de fuerza. Por lo tanto, una de las principales características de la harina fuerte es que contiene un alto porcentaje de gluten, representa un 85% de las proteínas del trigo y es el responsable de la elasticidad de la masa de harina, permite su fermentación y la esponjosidad de las masas horneadas. La harina integral utilizada para elaborar el pan integral es el resultado de moler el grano de trigo entero, conservando todas sus partes que le confieren un alto porcentaje de minerales, magnesio, hierro, potasio y fibra que es fundamental en la absorción y movilidad intestinal y ese resultado es la principal diferencia de la harina blanca utilizada para la elaboración del pan blanco, aparte que se obtienen otros tres subproductos: salvado grueso, salvado fino y harinilla (Tejero 2003).

Elaborar un pan 100% integral genera problemas técnicos e influye en las características tanto físicas-químicas así como sensoriales del pan, por lo que la mayoría de los fabricantes mezclan esa harina integral con un porcentaje de harina fuerte de trigo.

Zamorano es una escuela agrícola que enfatiza mucho en la creación y desarrollo de nuevos productos, y siempre se encamina a las tendencias actuales, en este caso productos más saludables. Cuenta con una planta de panificación donde se elaboran los siguientes productos: base de pizza, pan molde blanco, pan molde integral y galletas entre otros. Con estos productos se abastece áreas como el comedor estudiantil y puesto de venta.

En este estudio se desarrolló un pan utilizando salvado de trigo en tres diferentes proporciones (20, 15 y 10%), harina integral y miel como saborizante natural, para ampliar la línea de producción de la planta de panificación, para esto se evaluó por medio de un análisis sensorial cuál fue el pan más aceptado y a este se le realizó un análisis físico-químico, además, se realizó un análisis de costos variables para evaluar la parte económica de producir este pan en la planta de panificación y se compararon con el pan molde integral de Zamorano.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La demanda de los alimentos funcionales y más saludables va en crecimiento y la planta de panificación de Zamorano posee los equipos, materiales e instrumentos necesarios para introducir una nueva línea de productos con valor agregado. La creación y desarrollo de nuevos productos conlleva hacer análisis de evaluación tanto física como química, además evaluaciones sensoriales y estudios económicos para la aceptación de dichos productos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Desarrollar y evaluar las propiedades físico-químicas y sensoriales de un pan usando salvado de trigo y miel.

1.2.2 Específicos

- Determinar por medio de un análisis sensorial de aceptación cuál de los tratamientos en estudio es el mejor evaluado.
- Evaluar las propiedades físicas de textura y color de cada uno de los tratamientos.
- Realizar un análisis químico proximal al tratamiento mejor evaluado en el análisis sensorial.
- Realizar un análisis de costos variables de producción al tratamiento mejor evaluado.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis nula

La adición de salvado de trigo y harina integral no afecta significativamente las propiedades físicas-químicas y sensoriales del pan.

1.3.2 Hipótesis alterna

La adición de salvado de trigo y harina integral afecta significativamente las propiedades físicas-químicas y sensoriales del pan.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL TRIGO

El trigo es el grano obtenido de las variedades de la especie *Triticum Aestivum* L., mientras que el trigo duro es el grano obtenido de las variedades de la especie *Triticum durum* (Codex Stand 199-1995).

El trigo pertenece al género *Triticum* de la familia Gramínea. El grano de trigo puede ser dividido en tres partes morfológicamente diferentes: endospermo que constituye el 85%, la capa de salvado, que envuelve el grano y constituye el 12%; y el germen, que incluye el embrión y el escutelo constituye el 3% del grano. Las distintas especies que se incluyen en el género pueden ser subdivididas de acuerdo con el número de pares de cromosomas que contienen en: diploides (7 pares), tetraploides (14 pares) y hexaploides (21 pares). La mayor parte de los trigos son del tipo hexaploide, conocido como trigo común, mientras que los trigos tetraploides son conocidos como trigo duro. Un trigo duro es aquel que puede ser molturado para producir harina con los altos niveles de gránulos de almidón dañados deseables para la producción de pan y que se queda la molienda produce partículas relativamente angulares que fluyen y son manipuladas fácilmente. La molienda de trigos blandos proporciona harinas de partículas relativamente pequeñas de forma irregular que no fluyen fácilmente y tiende a obturar las cribas del molino, son generalmente usadas para la producción de bizcochos y galletas por su pequeño tamaño de partículas y bajo contenido de almidón dañado (Dendy y Dobraszczyk, 2001).

2.2 LA HARINA DE TRIGO

La harina blanca de trigo es el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o moliendas en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex Stand 152-1985).

Durante el proceso de molturación del trigo se obtienen, además de la harina blanca, tres tipos de subproductos: salvado grueso, fino y harinilla. En el caso de que sea integral total, estos subproductos están integrados en la totalidad de la harina, aunque hay que tomar en cuenta que otra parte del grano es el germen, que corresponde al 2% del grano de trigo. Si la harina contiene el germen, el cual está compuesto fundamentalmente por grasa, que una vez mezcladas con la harina, comienzan un proceso oxidativo que provoca el enranciamiento (Tejero 2003).

2.3 GLUTEN

La harina de trigo puede contener entre el 6 y 20% de proteína, la mayor parte de la cual está en forma de gluten, un material polimérico altamente extensible cuando está en estado hidratado. Las proteínas del gluten son consideradas responsables de la formación de la estructura que retiene el gas de la masa de pan durante la panificación. La calidad para la panificación viene determinada en gran medida por diferencias cuantitativas y composicionales en las proteínas que componen el gluten y estas proteínas son el principal determinante de las variaciones de calidad entre diferentes variedades de trigo. El volumen de la miga (indicador de calidad más usado en la panificación) generalmente aumenta a medida que el contenido de proteína aumenta en la harina (Dendy y Dobraszczyk 2001).

La proteína de trigo es aquel producto producido por la separación de ciertos constituyentes no proteicos como el almidón y otros carbohidratos del trigo o la harina de trigo. El trigo una vez seleccionado se muele para convertirlo en harina y ésta se mezcla con la cantidad adecuada de agua, transformándola en una masa. La masa de gluten obtenida se separa, se lava, se concentra y se seca. Las condiciones de secado adecuadas y rigurosamente controladas garantizan que la vitalidad por ejemplo, la viscosidad y la elasticidad del gluten de trigo se mantengan (Codex Stand 163-1987).

El gluten vital de trigo contiene dos grupos de proteínas diferentes, la glutenina y la gliadina, se clasifican tanto desde el punto funcional como estructural. Las gluteninas están formadas por un número de subunidades, unidas a través de enlaces intermoleculares disulfuro formando polímeros proteínicos de elevado peso molecular. Son extremadamente elásticas y proporcionan baja extensibilidad, resisten la deformación exterior y dan fuerza al gluten. Las gliadinas son monómeros, tiene bajo peso molecular y contiene solamente uniones intramoleculares disulfuro. No son elásticas y al hidratarse se vuelven muy viscosas y extensibles y permiten que el gluten se expanda cuando se aplica una fuerza externa (Bushuk y Tkachuck 1990).

2.4 EL PAN

La fabricación del pan es uno de los descubrimientos más importantes de la humanidad, ha representado un papel esencial en el desarrollo del género humano, es una de las principales fuentes de la alimentación de conveniencia, variada y constituye un componente dietético saludable. En el proceso de fabricación de pan se pierden contenidos nutritivos originales de la masa ya que las levaduras los convierten en dióxido de carbono para que el pan suba. De este modo en términos nutritivos la conversión de harina en pan significa que alrededor de un 3% de la masa panaria se convierte en gas y se pierde (Arias 2002).

2.5 LA FIBRA ALIMENTARIA

2.5.1 Fibra dietética

Dietary Reference Intakes (DRIs 2002), define de fibra dietética como carbohidratos no digeribles y lignina que esta intrínseca e intactas en las plantas. En cambio la fibra funcional es aquella a la que se le ha aislado los carbohidratos no digeribles por lo que tiene efectos fisiológicos benéficos para los humanos. Por lo tanto la fibra total es la suma de la fibra dietética mas la fibra funcional. No hay actualmente suficiente información para determinar un promedio de requerimiento estimado (EAR) por sus siglas en ingles y poder calcular (RDA) Recommended Dietary Allowance por lo tanto se desarrolló un ingesta adecuada (AI). La AI para fibra está basada en el nivel medio de ingesta de fibra observado para alcanzar reducir las enfermedades de corazón. Esta es una cantidad de 14 g de fibra dietética para 1000 Kcal de ingesta. Sin embargo algunas etiquetas usan 25 g/día de fibra dietética para una dieta de 2000 Kcal al día o 30 g/día para una dieta de 2500 Kcal (Slavin 2005).

La fibra se encuentra presente en algunos granos, frutas y vegetales pero solo proveen de 1 a 3 gramos de fibra dietética. También hay legumbres, cereales y panes altos en fibra pero no son consumidos frecuentemente. Algunos estudios apoyan que el incremento en la ingesta de fibra dietética promueve la saciedad y reduce el hambre por lo que ayuda a proveer una sensación de llenura. La FDA está actualmente en proceso para desarrollar una definición formal para fibra dietética, pero usualmente se define fibra como algo que ha sido soluble o insoluble en sistemas acuosos. La fibra insoluble es aquella que viene de la pared celular de las plantas, mientras que la fibra soluble se encuentra especialmente en el espacio entre las paredes celulares llamado como lamela (Ang 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El proceso de desarrollo del pan se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), los análisis físicos-químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y los análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de evaluación sensorial de la PAID; todos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales

- Harina fuerte
- Harina integral
- Salvado de trigo
- Levadura
- Sal
- Azúcar
- Margarina
- Propionato de Calcio
- Leche
- Miel
- Recipientes de aluminio

3.2.2 Equipo

- Balanza analítica Acculab, modelo PP201
- Batidora HOBART, modelo D340
- Fermentador EPCO, modelo BCA 3241 8HP
- Horno BLODGETT, modelo DFG-100/200W
- Cortadora Thunderbird, modelo No. ARM.07
- INSTRON 444, acople celda de cizallamiento
- Colorflex Hunterlab

3.3 ELABORACIÓN DEL PAN

Se elaboró el pan utilizando salvado de trigo y harina integral, siguiendo los mismos procedimientos que se realizan en la planta de panificación de Zamorano para la elaboración del Pan Integral Zamorano.

El Pan Integral Zamorano es una mezcla de 40% de harina integral con 60% harina de trigo, la capacidad de los moldes es de 0.9 kg (2.0 libras) de la masa para obtener un producto final de 0.82 kg (1.8 libras) (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Formulación del Pan Integral Zamorano (15 moldes).

Ingredientes	Cantidad (Lb)
Harina fuerte	10.50
Harina integral	7.00
Levadura	0.19
Sal	0.35
Azúcar	1.41
Margarina	1.41
Propionato de Calcio	0.04
Leche	4.50

En el estudio se elaboraron tres tratamientos con tres diferentes porcentajes de salvado de trigo en la formulación, (20, 15 y 10%) y tres diferentes porcentajes de harina integral (10, 15 y 20%) de la formulación original de Pan Integral Zamorano. La proporción de harina de trigo fuerte y miel se mantuvo constante en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Formulación del Pan usando Salvado de Trigo y Miel (1 molde).

Ingredientes	Cantidad (Lb)
Harina fuerte	0.7
Harina integral	0.1, 0.15, 0.2
Salvado de trigo	0.2, 0.15, 0.1
Levadura	0.012
Sal	0.02
Azúcar	0.09
Margarina	0.09
Propionato de Calcio	0.002
Leche	0.21
Miel	0.10

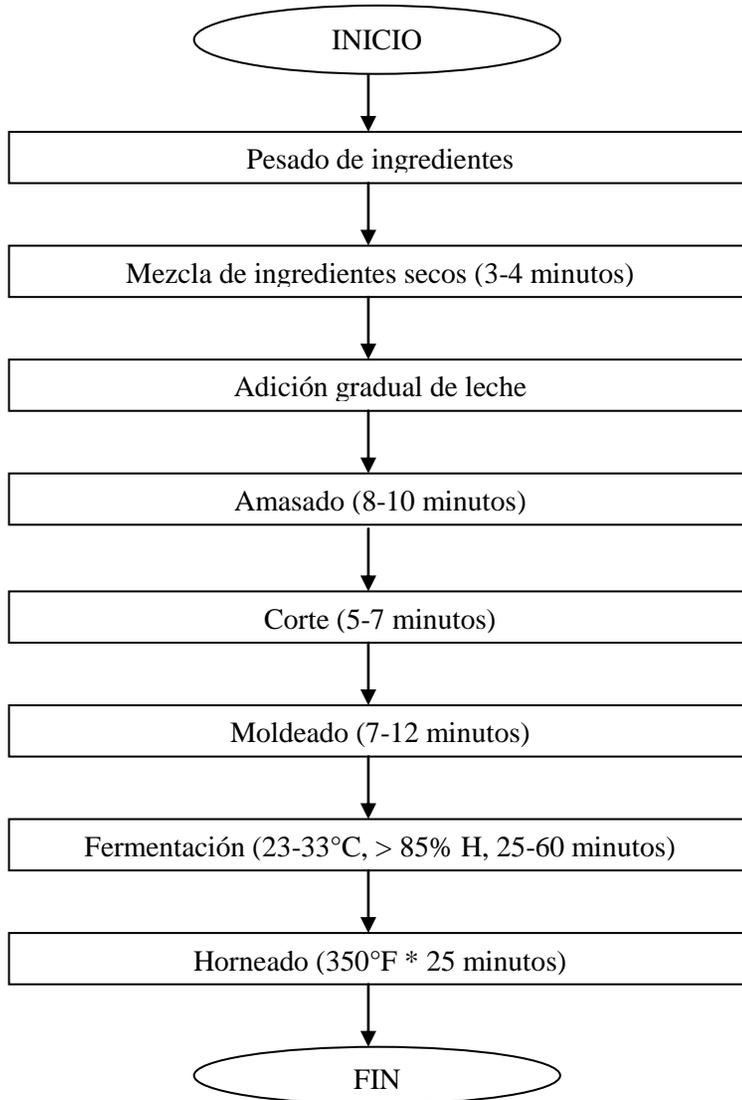


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de pan en Zamorano.

3.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una evaluación sensorial de aceptación utilizando una escala hedónica del 1 al 5, donde 1 significaba muy desagradable y 5 significaba muy agradable. El panel sensorial estaba integrado por 12 personas entre ellos, estudiantes de la carrera de Agroindustria Alimentaria y empleados de la misma. Las variables que se evaluaron fueron: apariencia, aroma, textura, sabor y aceptación general.

3.5 ANÁLISIS FÍSICOS

Se realizaron en el LAAZ análisis de textura y color para cada uno de los tratamientos por cada repetición del estudio. Para el análisis de textura se utilizó el Instron 444 con un acople de cizallamiento de celda para medir la carga máxima en KN. El medidor Colorflex Hunterlab, utilizado para obtener los resultados del análisis de color del pan, es un aparato colorimétrico que tiene una escala de triple estímulo ($L^*a^*b^*$), en donde el eje L^* mide la claridad de 0-100 (negro = 0 y blanco = 100), el eje a^* (negativo = verde y positivo = rojo) y el eje b^* (negativo = azul y positivo = amarillo).

3.6 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se realizó un análisis proximal al tratamiento más aceptado por el panel sensorial. El análisis proximal según el método oficial AOAC, 1997 incluye: Humedad (Gravimétrico, horno a 105°C), materia orgánica, cenizas, fibra cruda y extracto etéreo (Gravimétrico), proteína cruda (MacroKjeldahl), extracto etéreo (Goldfish).

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar (BCA), se realizaron tres repeticiones donde cada bloque representaba una repetición. Se evaluaron tres proporciones (20, 15 y 10%) de salvado de trigo y tres proporciones (10, 15 y 20%) de harina integral en la formulación original de Pan Integral Zamorano. Se tomó en cuenta como un tratamiento el Pan Integral Zamorano para tener un total de 12 unidades experimentales.

Cuadro 3. Resumen de tratamientos.

Tratamiento	Harina Integral	Salvado de Trigo
T1	10%	20%
T2	15%	15%
T3	20%	10%
T0	30%	0%

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados obtenidos se evaluaron en el programa estadístico SAS "Statistical Analysis System", se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de medias Tukey y una probabilidad menor o igual a 0.05%. Como referencia se utilizó el Pan Molde Integral Zamorano.

3.9 ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos que se realizó fue de costos variables para determinar las diferencias de costos del pan alto en fibra con otros productos Zamorano como el pan molde blanco y pan molde integral. Además este costo servirá para sugerir un precio de venta para el nuevo producto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

4.1.1 Resultado del análisis sensorial

El análisis sensorial de apariencia, aroma, textura sabor y aceptación general, indica que los panelistas no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (HI 10%, ST 20%), (HI 15%, ST 15%) y (HI 20%, ST 10%), sin embargo si hubo diferencia significativa para el tratamiento (HI 30%, ST 0%), siendo este el menos aceptado en cuanto apariencia (Ver Cuadro 4).

La principal razón de esta diferencia es que a los tres primeros tratamientos se les agregó salvado de trigo y miel, y estos influyeron en los atributos evaluados dando un pan, con una apariencia, aroma, textura y sabor más agradable que el típico pan integral Zamorano que solo lleva harina integral.

Cuadro 4. Resultados de la separación de medias de la evaluación sensorial.

Formulación %	Apariencia	Aroma	Textura	Sabor	G. General
HI 10, ST 20	3.86 ±0.80a	3.89±0.85a	3.75±0.94a	3.97±0.77a	3.97±0.88a
HI 15, ST 15	4.11±0.82a	4.06±0.71a	4.03±0.84a	4.14±0.93a	4.14±0.76a
HI 20, ST 10	3.78±0.96a	3.61±0.96a	3.94±1.01a	3.83±1.11a	3.86±0.83a
HI 30, ST 0	3.19±1.09b	3.08±0.84b	3.14±1.07b	2.92±1.02b	3.17±0.81b

HI: Harina Integral, ST: Salvado de Trigo

*Medias con letra diferente en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

4.2 ANÁLISIS FÍSICOS

4.2.1 Análisis de color valor L*

En los resultados para el análisis de color del valor L*, se observa que el tratamiento (HI 30%, ST 0%) obtuvo los rangos más altos de L*, esto indica que este tratamiento es el más claro. Por otro lado se observa que el tratamiento (HI 10%, ST 20%) obtuvo los rangos más bajos de L*, indicando que es el pan más oscuro y esto se explica porque es el tratamiento con mayor porcentaje de salvado de trigo agregado (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis físico de color: valor L*.

Tratamiento %	Promedio	Separación de medias Tukey ($P \leq 0.05$)*
HI 10, ST 20	66.19±1.58	C
HI 15, ST 15	66.34±1.45	BC
HI 20, ST 10	68.68±1.85	B
HI 30, ST 0	72.56±0.76	A

HI: Harina Integral, ST: Salvado de Trigo.

*Medias con letra diferente en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

4.2.2 Análisis de color valor a*

Los resultados para el valor a*, indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (HI 10%, ST 20%), (HI 15%, ST 15%) y (HI 20%, ST 10%), en cambio para el tratamiento (HI 30%, ST 0%) se observó diferencias ya que tiene los valores a* más bajos. (Ver cuadro 6). La intensidad del color rojo de los tres primeros tratamientos aumentó por la mezcla del salvado de trigo con la harina integral, mientras que la intensidad del color rojo del tratamiento del pan integral Zamorano disminuyó por carecer del salvado de trigo.

Cuadro 6. Análisis físico de color: valor a*.

Tratamiento %	Promedio	Separación de medias Tukey ($P \leq 0.05$)*
HI 10, ST 20	5.81±0.43	A
HI 15, ST 15	6.03±0.39	A
HI 20, ST 10	5.35±0.80	A
HI 30, ST 0	2.82±0.40	B

HI: Harina Integral, ST: Salvado de Trigo.

*Medias con letra diferente en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

4.2.3 Análisis de color valor b*

El cuadro 7 muestra los resultados de los cuatro tratamientos para el valor b*, en donde se observa que adicionar salvado de trigo y harina integral no afecta el rango azul-amarillo de los tratamientos; siendo estos más cercanos al color amarillo y estadísticamente iguales.

Cuadro 7. Análisis físico de color: valor b*.

Tratamiento %	Promedio	Separación de medias Tukey ($P \leq 0.05$)*
HI 10, ST 20	21.57±0.60	A
HI 15, ST 15	22.41±0.98	A
HI 20, ST 10	22.04±1.59	A
HI 30, ST 0	21.23±1.40	A

HI: Harina Integral, ST: Salvado de Trigo.

*Medias con letra diferente en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

4.2.4 Análisis de Textura del Pan

Se pudo determinar en el cuadro 8, que estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos (HI 10%, ST 20%), (HI 15%, ST 15%) y (HI 20%, ST 10%) en cuanto carga máxima (KN), a excepción del tratamiento (HI 30%, ST 0%) en el que la carga máxima fue más baja que el resto de los tratamientos. Esto indica que el Pan en cada una de sus diferentes proporciones es más duro que el Pan Integral Zamorano.

Cuadro 8. Análisis de textura.

Tratamiento %	Carga máxima (KN)
HI 10, ST 20	0.6052±0.28 A
HI 15, ST 15	0.7534±0.19 A
HI 20, ST 10	0.7624±0.24 A
HI 30, ST 0	0.2846±0.04 B

HI: Harina Integral, ST: Salvado de Trigo.

*Medias con letra diferente en la misma columna indican diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$).

4.3 ANÁLISIS QUÍMICOS

Los análisis químicos proximal del Pan se realizaron al tratamiento (HI 15%, ST 15%). Se escogió este tratamiento tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial en el que este tratamiento fue el más aceptado.

Según la FDA el tamaño de porción de pan tiene que ser de 50 gramos y para que sea considerado un pan alto en fibra tiene que tener por lo menos 10% de fibra del valor diario que según la DRI (Dietary Reference Intakes) el valor diario de fibra total es de 38 gramos. Por lo tanto en una porción de 50 gramos de pan, 3.8 gramos deben de ser de fibra para ser considerado pan alto en fibra. Como se puede observar en el cuadro 9, el resultado de fibra cruda del pan es de 1.43% en una composición de 100 gramos, es decir 0.72 gramos de fibra en una porción de 50 gramos. Tomando en cuenta los datos de la FDA, el nuevo pan desarrollado no cumple con los requisitos para ser considerado un pan alto en fibra.

Cuadro 9. Análisis proximal del Pan para (HI 15%, ST 15%).

Composición de 100 grs.	%
Humedad	23.06
Materia Seca	76.94
Materia Orgánica	74.73
Cenizas	2.21
Extracto Etéreo	7.71
Fibra Cruda	1.43
Proteína Cruda	9.25
ELN	56.34

El Cuadro 10 muestra que el porcentaje de fibra cruda del pan integral Zamorano es igual a 0.68% en una composición de 100 gramos. El 1.43% de fibra cruda del pan desarrollado (HI 15%, ST 15%) posee 0.04% más del doble en fibra cruda que el pan integral de Zamorano.

Cuadro 10. Análisis proximal del Pan Integral Zamorano.

Composición de 100 grs.	%
Humedad	32.68
Materia Seca	67.28
Materia Orgánica	70.28
Cenizas	3.00
Extracto Etéreo	6.82
Fibra Cruda	0.68
Proteína Cruda	12.14
ELN	44.68

Fuente: Desarrollo de un pan molde alto en fibra (Calderón, 2005)

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Se determinó por medio de un análisis de costos variables de producción que el costo del Pan desarrollado con proporción (HI 15%, ST 15%) es de L. 16.59 (Cuadro 11). Siguiendo con las tendencias de consumir productos saludables, Zamorano podría lanzar al mercado este pan desarrollado.

Cuadro 11. Costo variable del Pan para (HI 15% y ST 15%).

Ingredientes	Unidades	Costo en bodega
Harina fuerte	lb	4.66
Harina integral	lb	1.07
Salvado de trigo	lb	0.32
Levadura	lb	0.59
Sal	lb	0.02
Azúcar	lb	0.45
Margarina	lb	0.76
Propionato de Calcio	lb	0.09
Leche	ml	3.90
Miel	ml	4.73
Costo Estándar		16.59

5. CONCLUSIONES

- El Pan con proporción (HI 15%, ST 15%) obtuvo los mejores valores de aceptación en apariencia, aroma, textura, sabor y aceptación general en la evaluación sensorial realizada.
- Se obtuvo un pan más oscuro, más duro pero más dulce que el pan integral de Zamorano, en los resultados de análisis físicos y sensoriales demostrando que la adición de salvado de trigo, harina integral y miel en la formulación del Pan Integral Zamorano influye en la textura, el color y el sabor del pan.
- En el análisis químico proximal realizado al mejor tratamiento (HI 15%, ST 15%) del pan se obtuvo un porcentaje de fibra cruda de 1.43%, valor elevado 0.04% más de la mitad en comparación con el porcentaje de fibra cruda del Pan Integral Zamorano de 0.68%.
- Se determinó que el costo variable de producción del Pan Alto en Fibra es de L 16.59.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil del producto.
- Evaluar sensorialmente la aceptación del producto con una escala de rango más amplia y contar para esto con panelistas entrenados, para obtener resultados más exactos y de mayor validez y poder evaluar los atributos entre los tratamientos sin incluir el Pan Integral Zamorano.
- Realizar un estudio de factibilidad económica de formar una nueva línea de producto en la planta de panificación de Zamorano.
- Promover y educar en el consumo de productos saludables al mercado que visitan el puesto de ventas de Zamorano.

7. BIBLIOGRAFÍA

Ang, J. 2005. Formulating Reduced-Calorie Foods with Powdered Cellulose. Food Technology. Vol 59(3): 35-38.

Arias, D., 2002. Evaluación de cinco proporciones de harina de trigo con harina integral para la elaboración de Pan Francés Integral. Honduras, EAP.

Bushuk, W., Tkachuk, R. (eds.) 1990. Gluten Proteins. Publicado por American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota USA. 794 p.

Calderón, C., 2005. Desarrollo de un pan molde alto en fibra usando harina de trigo y avena integral. Honduras, EAP.

Codex Alimentarius. Norma del Codex para el trigo y el trigo duro. Consultado el 23 de agosto del 2009 (en línea). Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/62/CXS_199s.pdf

Codex Alimentarius. Norma del Codex para la Harina de Trigo. Consultado el 23 de agosto del 2009 (en línea). Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS_152s.pdf

Codex Alimentarius. Norma del Codex para productos de proteína de trigo incluido el gluten de trigo. Consultado el 23 de agosto del 2009 (en línea). Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXS_163s.pdf

Dendy, D., Dobraszczyk, B. Cereales y Productos derivados. Editorial Acribia, S.A.2001, Cap. 8, Pan: un alimento único. 223-278 p.

Slavin, J. 2005. How Fiber Affects. Food Technology. Vol 2(8): 34-41.

Tejero, Francisco. Aprender a hacer pan es fácil. Barcelona-España. Montagud Editores, S.A. 2003. 159 p. ISBN 84-7212-089-9.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación de Pan Alto en Fibra.

Evaluación sensorial Pan Alto en Fibra

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

- Limpie su paladar con galleta y agua antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Encierre el número según su evaluación de las muestras de acuerdo con los atributos de: apariencia, aroma, textura, sabor y gusto general.
- Antes de probar cada muestra, evalúe primero apariencia.
- En la Escala: 1 significa muy desagradable, 3 significa no me gusta, ni me disgusta (N.g/N.d), 5 significa muy agradable.

Muestra

Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Gusto general	1	2	3	4	5