

# **Desarrollo de un pan molde alto en fibra usando harina de trigo y avena integral.**

**Carlos Armando Calderón Pinel**

**Zamorano, Honduras**  
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2005

# **Desarrollo de un pan molde alto en fibra usando harina de trigo y avena integral.**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero en Agroindustria  
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Carlos Armando Calderón Pinel**

Honduras  
Diciembre, 2005

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero en Agroindustria  
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Carlos Armando Calderón Pinel**

Honduras  
Diciembre, 2005

## **Desarrollo de un pan molde alto en fibra usando harina de trigo y avena integral.**

Presentado por:

Carlos Armando Calderón Pinel

Aprobado:

---

Edward Moncada M.A.E.  
Asesor Principal

---

Raúl Espinal Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria

---

George Pilz Ph.D.  
Decano Académico

---

Julio R. López M.Sc.  
Asesor

---

Kenneth Hoadley D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

Dedico mi esfuerzo a Dios todopoderoso, a mi familia y a Marissa por sus bendiciones, apoyo, cariño y comprensión que me brindaron en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fuerzas y guiarme en todo momento.

A mis padres Carlos y Claudia, mis hermanos Carlos y Claudia, y a Marissa por su constante apoyo, motivación y comprensión en cada momento.

A mis abuelos por toda la ayuda que me brindaron.

A mis tíos y primos que siempre estuvieron pendiente y apoyándome.

A mis asesores Ing. Edward Moncada y Ing. Julio López por su constante apoyo, paciencia y consejos que siempre me brindaron.

A Marvín Fúnez por su valiosa colaboración.

A mis compañeros de agroindustria por su ayuda y colaboración.

A todos mis amigos que siempre me apoyaron.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A mis padres y abuelos por el sacrificio que hicieron para poder culminar mis estudios.

## RESUMEN

Calderón Pinel, C. 2005. Desarrollo de un pan molde alto en fibra usando harina de trigo, y avena integral. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras, 28p.

Actualmente existe la necesidad de generar más ingresos para la panadería de Zamorano. Como estrategia podemos mejorar la diversidad en la línea de productos de la panadería y aumentar la oferta de los mismos aprovechando al máximo la capacidad instalada. Hoy en día existe la necesidad de productos variados que se adapten a las demandas actuales de mercado como son los alimentos funcionales. El objetivo de la investigación fue desarrollar un pan molde alto en fibra usando harina de trigo y avena integral. A la vez se determinó la mejor formulación en cuanto a aceptación y función del pan. Se analizaron las características físico-químicas, sensoriales y se determinó su vida útil. Los análisis sensoriales se realizaron por medio de un análisis exploratorio utilizando un panel compuesto por 10 personas no capacitadas, y se hicieron pruebas de mohos y levaduras para determinar su vida útil. Se desarrolló la formulación para la elaboración del pan molde alto en fibra utilizando harina fuerte (HF), harina integral (HI) y avena integral (AI) en las proporciones siguientes; 70% (HF), 15% (HI) y 15% (AI), 70% (HF), 20% (HI) y 10% (AI), 70% (HF), 25% (HI) y 5% (AI). Se diseñó el flujo de proceso y se elaboraron los productos con las formulaciones descritas. El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques completos al azar (BCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento por lo que se obtuvieron 12 unidades experimentales. Se encontraron diferencias significativas entre las características sensoriales de textura y aceptación general, en las variables de aroma, sabor y color no se encontraron diferencias significativas, obteniendo como el tratamiento más aceptado la formulación 70%(HF), 20% (HI) y 10% (AI). La vida útil del pan fue de 12 días.

Palabras claves: Alimentos funcionales, capacidad instalada, panel sensorial.



## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores .....	vii
Resumén .....	viii
Contenido .....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 General .....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 HIPÓTESIS .....	2
1.4.1 Hipótesis Nula .....	2
1.4.2 Hipótesis Alterna.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN.....	3
2.1.1 Harinas.....	3
2.1.1.1 Avena integral .....	3
2.1.1.2 Harina de trigo.....	4
2.1.1.3 Harina integral.....	5
2.1.2 Avena.....	5
2.1.3 Agentes de esponjamiento.....	5
2.1.4 Levadura .....	5
2.1.5 Materia grasa .....	6
2.1.6 Agua .....	6
2.1.7 Sal.....	6
2.1.8 Azúcares .....	6
2.1.9 Propionato de calcio .....	6
2.2 FIBRA DIETÉTICA .....	6
2.2.1 Fibra soluble .....	7

2.2.2	Fibra insoluble .....	7
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1	UBICACIÓN .....	8
3.2	MATERIALES Y EQUIPO .....	8
3.2.1	Materia prima e insumos .....	8
3.2.2.	Equipo.....	9
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
3.3.1	Resumen de tratamientos.....	9
3.3.2	Análisis sensorial.....	10
3.4	PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN DE PAN .....	10
3.4.1	Pesado.....	11
3.4.2	Mezclado .....	11
3.4.3	Amasado y laminado .....	12
3.4.4	Fermentación y horneado .....	12
3.4.5	Aireado y rebanado.....	12
3.5	VARIABLES.....	12
3.5.1	Análisis Estadístico .....	12
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>13</b>
4.1	MONITOREO DE PROCESO.....	13
4.2	PROPIEDADES SENSORIALES .....	14
4.2.1	Sabor.....	14
4.2.2	Textura.....	14
4.2.3	Aroma .....	14
4.2.4	Color .....	14
4.2.5	Aceptación general .....	14
4.3	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PAN INTEGRAL CON AVENA .....	15
4.4	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PAN INTEGRAL ZAMORANO.....	15
4.5	DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.....	16
4.6	ANÁLISIS DE TEXTURA.....	16
4.7	ANÁLISIS DE COLOR CON EL COLORFLEX .....	17
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición química de la harina blanca y harina integral.....	3
2.	Composición química de la avena integral.....	4
3.	Resumen de formulaciones.....	8
4.	Formulaciones .....	9
5.	Formulaciones utilizadas en el estudio de diferentes proporciones de harina blanca , harina integral, y avena integral por barra de pan. ....	10
6.	Estandarización de tiempos y temperaturas en planta piloto.....	13
7.	Estandarización de tiempos y temperaturas en panadería. ....	13
8.	Resultados de medias de parametros sensoriales obtenidos en el estudio de diferentes proporciones de harina integral:avena integral. ....	14
9.	Análisis químico proximal del pan integral con avena .....	15
10.	Análisis proximal de pan integral Zamorano .....	15
11.	Pruebas de mohos y levaduras.....	16
12.	Análisis de textura .....	16
13.	Análisis de color .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Escala utilizada en la evaluación sensorial..... 10
2. Flujo de proceso del pan integral con avena..... 12

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Hoja de evaluación sensorial .....	22
2.	Costos Totales .....	23
3.	Resumen de análisis estadístico realizado con SAS <sup>®</sup> .....	24

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES

La Escuela Agrícola Panamericana siempre se ha distinguido por la alta calidad que poseen sus productos, en donde dentro de la gama de productos que procesa Zamorano, se encuentra la línea de pan molde, siendo uno de ellos el pan blanco y el integral los preferidos.

Se desarrolló el pan integral con avena, cuyas características son muy semejantes al pan de molde integral, pero con un contenido alto en fibra utilizando harina de trigo fuerte, harina integral y mas la adición de un ingrediente, “avena integral” (*avena sativa*), el cual posee muchas propiedades beneficiosas desde el punto de vista nutricional como sensorial.

El pan integral esta constituido por harina que mantiene parte de la integridad del grano de trigo del cual se origina, lo que confiere mayor valor nutritivo por las aportaciones del germen, del salvado y de los minerales que no han sido separados durante el proceso de molienda. Asimismo, durante el proceso de mezclado el contenido de estos elementos aumenta en la masa su capacidad de absorber agua.

Elaborar un pan integral a base de pura avena integral presenta dificultades técnicas, entre ellas la agregación de la masa durante el proceso, es por ello que se utiliza harina fuerte de trigo, harina integral y avena integral, variando en su proporción, de esta manera se logra una masa con las características adecuadas de elasticidad y esponjosidad.

Por ello se desarrolló el estudio en la Escuela Agrícola Panamericana, para determinar una formulación adecuada a nivel técnico asimismo asegurarse que el producto logre una aceptación para los consumidores evaluando tres proporciones en sus formulaciones.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existe la necesidad de generar más ingresos para la panadería, también hay un 45% de subutilización del equipo de la panadería por lo cual hay que darle un uso eficiente. Hoy en día existe la necesidad de productos variados que se adapten a las demandas actuales de mercado como son los alimentos funcionales. Se debe Mejorar la diversidad en la línea de productos de la panadería.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 General**

Desarrollar un pan molde alto en fibra utilizando harina de trigo y avena integral en la Escuela Agrícola Panamericana.

### **1.3.2 Específicos**

- Evaluar diferentes formulaciones del pan molde alto en fibra.
- Realizar un análisis Sensorial para determinar la aceptación y preferencia del pan.
- Determinar la vida útil del producto.
- Realizar una comparación físico-química del pan integral zamorano y el pan integral con avena.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis nula**

La adición de fibra de avena no afecta el porcentaje de fibra dietética y la aceptación del pan integral con avena.

### **1.4.2 Hipótesis alterna**

La adición de fibra de avena afecta el porcentaje de fibra dietética y la aceptación del pan integral con avena.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN

#### 2.1.1 Harinas

Los productos de panadería se elaboran con una harina de algún tipo, siendo trigo la mas utilizada en dichos productos; así como también el agua, grasa y algún agente de esponjamiento, de origen natural, como ser la levadura, o artificial, como el polvo de hornear. (Hernández, 2000)

Cuadro 1. Composición química de la harina blanca y harina integral.

Muestra	Harina integral	Harina blanca
Humedad	10.95	12.34
Materia seca	89.05	87.66
Materia orgánica	85.87	87.0
Cenizas	3.18	0.66
Proteína cruda	15.45	14.48
Extracto etéreo(lípidos, carotenos, pigmentos)	2.59	1.45
Extracto libre de N (CHO)	62.87	70.87
Fibra dietética	8	3

Fuente: Hernández (2000)

**2.1.1.1 Avena integral.** Según Puiggari (2002), la avena no se emplea normalmente en forma de harina; no obstante, resultan útiles en determinados tipos de productos. Contiene aproximadamente de un 12-16% de fibra dietética lo cual mejora el contenido de fibra dietética de los productos horneados. De esta fibra dietética aproximadamente el 10% es fibra soluble y la demás insoluble. Esta posee aproximadamente un 15% de proteína, la avena carece de gluten, de manera que no contribuye a aumentar la resistencia de la masa. Pero este producto resulta bastante útil por su composición nutricional.



La avena, Cereal catalogado como el más completo, incluso por encima del trigo y la cebada.

Según Puiggari (2002), aunque hay diversas formas de presentación de la avena, la que se consigue en hojuelas contiene aproximadamente 13% de proteína y es fuente de fibra dietética, fósforo, hierro, vitaminas B1 y B2 y niacina, en cantidades superiores a otros cereales. En medicina tradicional, se usa como remineralizante, diurético, emoliente, analéptico, laxante ligero, timoléptico, tónico cardíaco, antispasmodico, antiastánico, antidiarreico. Se emplea en casos de debilidad y síntomas de menopausia, La paja de avena y la semilla se utilizan como hipoglucémicos, tónicos nerviosos, antidepresivos, para favorecer la sudoración, contra la debilidad física, catarro, deficiencias tiroideas y estrogénicas, enfermedades degenerativas como esclerosis múltiple, insomnio, ansiedad, enfermedades de los órganos genitales y trastornos menstruales. También calma dolores reumáticos, ciáticos, hepáticos entre otros.

Cuadro 2. Composición química de la avena integral.

<b>Avena integral</b>	<b>cantidad por cada 100g</b>
Grasa total	5
Sodio	27.5
Carbohidratos	70
Fibra dietética	10
Proteínas	15
Calcio	2.5
Hierro	20

**2.1.1.2 Harina de trigo.** Estas harinas se clasifican en fuertes, medias y débiles, dependiendo del contenido de proteínas. El concepto de fuerza de la harina se aplica exclusivamente al trigo. Una harina fuerte es la que posee un alto contenido de proteínas, de 10 a 12%, y un gluten muy resistente a la extensión. Este gluten supone un buen soporte para la expansión de la masa durante el horneado. La harina de fuerza media posee un 9 a 11% de proteína y un gluten más blando, debido al tipo de trigo del que se extrae. La harina casera universal se fabrica con una harina de fuerza media, así como casi la mitad de los panes del mundo. La harina débil posee solo 7 a 9% de proteína, y es ideal para la fabricación de tortas y galletas, pero inadecuada para la elaboración de pan. Su gluten es muy blando y extensible, y se encuentra en menor cantidad. La harina integral de trigo se elabora incorporando el germen del trigo, el cual es rico en lípidos y enzimas. Por lo que esta es más susceptible a enranciarse (Hernández, 2000).

Por ser el ingrediente esencial del pan, la harina es el factor principal que determina la calidad del producto final, porque:

- Forma la estructura básica de los productos cocidos al horno.
- Actúa como un agente aglutinante y absorbente.
- Contribuye al sabor y aroma del producto.
- Influye en las calidades de mantenimiento.
- Añade valor nutritivo.

**2.1.1.3 Harina integral.** De acuerdo con Hernández (2000), cuando el grano completo de trigo es molido, incluyendo el salvado, el endospermo y el germen, se produce lo que se llama harina integral. Siendo esta harina utilizada para diversos productos. Esta harina posee aproximadamente un 8.5% de fibra dietética, de la cual su gran mayoría pertenece a la fibra dietética insoluble.

### **2.1.2 Avena**

Según Puiggari (2002), la avena no se emplea normalmente en forma de harina; no obstante, resultan útiles en determinados tipos de productos. Contiene aproximadamente un 10% de fibra dietética lo cual mejora el contenido de fibra dietética de los productos horneados. Esta posee aproximadamente un 15% de proteína, la avena carece de gluten, de manera que no contribuye a aumentar la resistencia de la masa. Pero la avena resulta bastante útil por su composición nutricional y como saborizante para el pan.

### **2.1.3 Agentes de esponjamiento**

Al estar la masa lista en el horno, el agua con estas masas y mezclas se convierte en vapor, y este, al dilatarse, contribuye a levantar la masa. También, la levadura o los agentes químicos como el polvo de hornear producen dióxido de carbono, que contribuye al aumento de volumen del pan. Si examinamos con más cuidado los agentes de esponjamiento, se ve que no solo son importantes las cantidades de gas que producen, sino también las velocidades y el tiempo en que las producen. (Grupo Vilbo, 2003)

### **2.1.4 Levadura**

Según Grupo Vilbo (2003), la levadura que se usa en los productos horneados puede estar en forma de una torta húmeda prensada, o bien, en forma de gránulos deshidratados, como el Fermipán. En ambos casos, consta de miles de millones de células vivas de *Saccharomyces cerevisiae*. En el proceso de elaboración del pan la levadura fermenta los azúcares sencillos y produce dióxido de carbono y alcohol. Esta fermentación es gradual:

1. las células de la levadura se están multiplicando, y sus enzimas se hacen más activas a medida que la masa se elabora y se conserva;
2. el azúcar para la fermentación se está liberando paulatinamente del almidón mediante la acción de las enzimas naturales de la harina.

### **2.1.5 Materia grasa**

Según Tejero (2003), esta puede ser de origen animal o vegetal, los lípidos actúan como emulsificantes, retardan el endurecimiento del pan y mejoran la calidad de la miga, haciéndola mas suave y de mejor apariencia. Al añadir grasa a la masa se forma una capa entre las partículas de almidón y la red glutínica, esto hace a la miga con una estructura fina y homogénea. Además proporciona humedad y retiene burbujas de dióxido de carbono, evitando que se unan para formar burbujas muy grandes. En el pan molde se recomienda utilizar de 3.5% a 3.6% de grasa.

### **2.1.6 Agua**

Según Tejero (2003), la función del agua en el pan es actuar como solvente de sustancias minerales que confieren facilidad de trabajar la masa, también participa en la hidratación de los almidones y formación del gluten, así como también activa la levadura. Esta debe ser potable y apta para el consumo humano.

### **2.1.7 Sal**

Según Tejero (2003) la sal actúa principalmente sobre la formación del gluten, ya que en la gliadina, la cual es una proteína de la harina del trigo, es menos soluble en agua con sal, de esta manera se obtendrá mayor cantidad de masa.

### **2.1.8 Azúcares**

Según Tejero (2003) su función principal es servir de alimento para la levadura. Lo que sucede es que las levaduras convierten el azúcar complejo en mono y disacáridos, listos para ser consumidos. Además aporta características de aroma y color al pan. Como atracador de agua aumenta su vida útil por dejar menos disponibilidad de agua en el pan, a la vez retarda proceso de endurecimiento.

### **2.1.9 Propionato de calcio**

Según Tejero (2003) es un fungicida que son sales del ácido propiónico, ayudando a alargar la vida útil del producto pero este debe de estar en cantidades no mayores del 0,3%.

## **2.2 FIBRA DIETÉTICA**

La fibra dietética es una sustancia procedente de las plantas que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano. Su composición consta de lignina, celulosa, hemicelulosa, mucílagos y gomas y pectinas.

### **2.2.1 Fibra soluble**

La función de la fibra soluble es absorber agua en el interior del tracto intestinal y a su vez reducir el tiempo para vaciar el intestino. Al comer fibra soluble produce la sensación de satisfacción, y contribuye a la pérdida de peso. Los alimentos altos en esta fibra ayudan a reducir el colesterol en la sangre, como también previene de diferentes enfermedades como por ejemplo el cáncer de colon.

### **2.2.2 Fibra insoluble**

La fibra insoluble acelera la velocidad de digestión provocando mayores movimientos en el intestino, ayudando al tránsito intestinal y evitando el estreñimiento.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

El estudio se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y la planta de procesamientos de granos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El Zamorano está ubicado 30 Km. Carretera a Danlí en el valle de Yeguare, Honduras.

#### 3.2 MATERIALES Y EQUIPO

##### 3.2.1 Materia prima e insumos

- Harina fuerte.
- Harina integral.
- Margarina.
- Azúcar refinada.
- Sal común.
- Levadura (*Saccharomyces cerevesiae*).
- Propionato de calcio.
- Fibra de avena.
- Bolsas.
- Leche semidescremada estandarizada al 2% de grasa.

Cuadro 3. Resumen de Formulaciones.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje utilizado</b>
Harina fuerte	70
Harina integral	25,20,15
Avena integral	15,10,5
Azúcar refinada	9
Sal común	2
Levadura	1.2
Propionato de calcio	0.2
Margarina	9
Leche semidescremada al 2% de grasa	68

### 3.2.2. Equipo

- Balanza OHAUS, modelo Gt 480.
- Cámara de fermentación marca EPCO, modelo BCA 32418 HP.
- Horno marca BLODGETT, modelo DFG-100/200W.
- Batidora marca HOBART, modelo D340.
- Cuchillos y cucharas.
- Moldes de pan.
- Recipientes.
- Termómetro.
- INSTRON 444 acople yunque.
- Colorflex hunterlab.
- Horno a 105C marca Fisher Scientific.
- Incubadora marca Thermolyne 42000.

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio consistió en evaluar 3 proporciones de harina integral:avena integral, la proporción de harina de trigo fuerte (HF) se mantuvo constante al 70% para todos los tratamientos. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), tomando como bloque cada repetición. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento teniendo un total de 12 unidades experimentales.

#### 3.3.1 Resumen de tratamientos

Los tratamientos utilizados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Formulaciones.

T1	HF 70%	HI 15%	AI 15%
T2	HF 70%	HI 20%	AI 10%
T3	HF 70%	HI 25%	AI 5%

HF : Harina fuerte, HI : Harina integral, AI : Avena integral

Durante la evaluación se mantuvo constante el porcentaje de harina de trigo, variando solamente los porcentajes de la harina integral y harina de avena integral. Los otros ingredientes (sal, azúcar, leche, propionato de calcio, margarina, levadura) no variaron ya que sus porcentajes son estándares en su formulación. Al variar sus porcentajes en la formulación causarían efectos indeseables tanto en la masa como en el producto final.

Cuadro 5. Formulaciones utilizadas en el estudio de diferentes proporciones de harina blanca, harina integral, y de avena integral por barra de pan.

<b>Ingredientes</b>	<b>T1 (Lbs.)</b>	<b>T2 (Lb.)</b>	<b>T3 (Lb.)</b>
Harina fuerte	0.7	0.7	0.7
Harina integral	0.15	0.2	0.25
Fibra de avena	0.15	0.1	0.05
Azúcar	0.09	0.09	0.09
Sal	0.02	0.02	0.03
Levadura	0.012	0.012	0.012
Leche	0.31	0.31	0.31
Propionato	0.002	0.002	0.002
Margarina	0.09	0.09	0.09

### 3.3.2 Análisis sensorial

La metodología utilizada fue un panel sensorial integrado por docentes y estudiantes, en total participaron 10 personas en el panel para evaluar los diferentes tratamientos por medio de degustación y así se determinó el que tuvo mayor aceptación y preferencia en cuanto a las siguientes variables: sabor, aroma, textura, color, y aceptación general. Al hacer la degustación se llenaron hojas de evaluación sensorial, evaluando las diferentes variables antes mencionadas utilizando la siguiente escala. El número de personas se determinó de acuerdo a información de la clase de desarrollo de nuevos productos.



Figura 1. Escala utilizada en la evaluación sensorial.

### 3.4 PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN DE PAN

Para la elaboración del pan se siguió el flujo de proceso establecido para el pan integral de la panadería de la Escuela Agrícola Panamericana. (Figura 2)

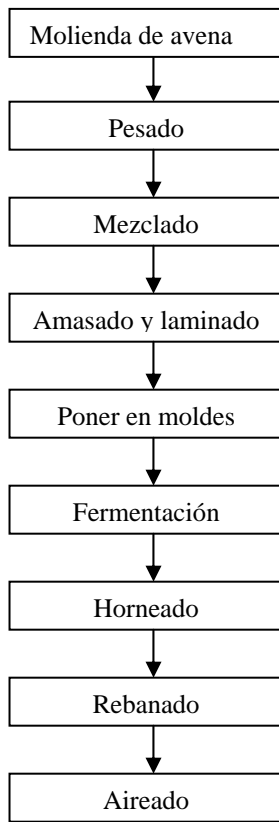


Figura 2. Flujo de proceso del pan integral con avena.

### 3.4.1 Pesado

Todos los ingredientes se pesaron en libras a excepción de la leche que se utilizó una medida de volumen (mL).

### 3.4.2 Mezclado

Los ingredientes fueron mezclados mecánicamente. Para cada tratamiento se realizó una mezcla, primero la harina blanca, harina integral, harina de avena integral, sal, azúcar levadura, propionato de calcio, margarina, y por último la leche, ya que si es agregada antes la levadura empieza hacer efecto y no se haría homogéneamente. Los tiempos son, en primera velocidad 3 minutos y 9 minutos en segunda velocidad, logrando la elasticidad de la masa.



### **3.4.3 Amasado y laminado**

El amasado se hizo manualmente al igual que el laminado, agregándole un poco de manteca para evitar que la masa se pegue en los moldes, posteriormente se colocó la masa en los moldes procurando tener la masa al mismo nivel.

### **3.4.4 Fermentación y horneado**

Se colocaron los moldes en el fermentador por un tiempo de 1 hora y 20 minutos, a una temperatura de 45 grados centígrados y una humedad relativa de 95%. Posteriormente se metieron los moldes al horno a una temperatura de 350°C por 16 minutos.

### **3.4.5 Aireado y rebanado**

Una vez sacados los moldes del horno, los panes se dejan al aire libre por 15 horas aproximadamente para atrapar humedad y así lograr una textura más suave. Luego se pasan a cortar en rodajas y son empacados.

## **3.5 VARIABLES**

Las variables evaluadas fueron: sabor, textura, olor, apariencia, y aceptación general, utilizando un panel sensorial no capacitado integrado por 10 personas, elegidos entre estudiantes y docentes.

### **3.5.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas en las características sensoriales de los 3 tratamientos. Se utilizó la separación de medias TUKEY para discriminar entre los tratamientos, ya que este tipo es más discriminatorio y preciso. Estos análisis se realizaron utilizando el programa SAS, "Statistical Analysis System", a un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 MONITOREO DE PROCESO

Durante la elaboración de los tratamientos se hizo una prueba previa de todo el proceso en planta piloto, se hizo una estandarización de tiempos y temperaturas. Los demás parámetros del proceso (pesado, mezclado, amasado, laminado, y aireado) en cuanto a tiempo y temperatura se mantuvieron igual.

Cuadro 6. Estandarización de tiempos y temperaturas en planta piloto.

<b>Parámetros</b>	<b>Prueba previa</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
Temperatura del fermentador	45°C	39°C	39°C	39°C
Temperatura del horno	350°C	335°C	335°C	335°C
Tiempo de fermentación	120 min.	80 min.	80 min.	80 min.
Tiempo de horneado	13 min.	16 min.	16 min.	16 min.

Se puede observar la estandarización de los tiempos y temperaturas durante el proceso en la planta piloto.

Cuadro 7. Estandarización de tiempos y temperaturas en panadería.

<b>Parámetros</b>	<b>Mejor tratamiento HF 70%, HI 25%, HAI 5%</b>
Temperatura de fermentador	44°C
Temperatura del horno	350°C
Tiempo de fermentación	80 min.
Tiempo de horneado	16 min.

Se puede observar la estandarización de tiempos y temperaturas en la planta de procesamiento de granos a un nivel más alto de producción del tratamiento más aceptado.

## 4.2 PROPIEDADES SENSORIALES

Cuadro 8. Resultados de medias de parámetros sensoriales obtenidos en el estudio de diferentes proporciones de harina integral: avena integral.

<b>Formula %</b>	<b>sabor</b>	<b>textura</b>	<b>aroma</b>	<b>color</b>	<b>aceptación</b>
HF 70, HI 15, AI 15	3.70 a	3.62 b	3.80 a	4.1 a	3.8 b
HF 70, HI 20, AI 10	4.35 a	4.32 a	4.15 a	4.47 a	4.27 ab
HF 70, HI 25, AI 5	4.35 a	4.12 ab	3.95 a	4.4 a	4.42 a
CV	9.19	8.039	8.31	5.039	7.13

Las letras iguales en cada variable representan que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Las letras diferentes en cada variable representan que si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

### 4.2.1 Sabor

Según los resultados presentados en el cuadro 8 se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a sabor, ( $P > 0.05$ ).

### 4.2.2 Textura

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a textura ( $P < 0.05$ ), siendo el tratamiento más aceptado la formulación de HF 70%, HI 20%, AI 10%.

### 4.2.3 Aroma

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable de aroma ( $P > 0.05$ ).

### 4.2.4 Color

En esta variable no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).

### 4.2.5 Aceptación general

Entre los tratamientos 2 (HF 70%, HI 20%, AI 10%) y 3 (HF 70%, HI 25%, AI 5%) no se encontraron diferencias significativas, lo que indica que entre los tratamientos mencionados anteriormente los panelistas lo percibieron muy parecido, pero con respecto al tratamiento 3 (HF 70%, HI 15%, AI 15%) si se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Se recomienda el tratamiento 2 (HF 70%, HI 20%, AI 10%) ya que lo que se necesita incrementar es el valor de fibra dietética por lo que esta formulación es la más recomendable en cuanto a sabor, color, aroma, textura e incremento en fibra dietética.

### 4.3 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PAN INTEGRAL CON AVENA

Se puede observar a continuación el análisis químico proximal del pan integral con avena, en donde se observa que la fibra dietética es de 9.4%, el cuál representa mayor proporción que el pan integral zamorano. De este 9.4% un porcentaje alto es de fibra dietética soluble, la cual es muy funcional para el organismo, en cuanto a salud intestinal y la reducción del colesterol.

Cuadro 9. Análisis químico proximal del pan integral con avena.

<b>Composición de 100 grs.</b>	<b>%</b>
Humedad	13.73
Materia seca	86.27
Materia orgánica	82.98
Cenizas	3.29
Extracto Etéreo	7.37
Fibra cruda	0.78
Proteína Cruda	12.71
Extracto libre de Nitrógeno	62.52
Fibra dietética	9.434

### 4.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PAN INTEGRAL ZAMORANO

A continuación se observa el análisis químico proximal del pan integral zamorano, en donde se puede observar su porcentaje de fibra dietética, representado un 6.2%. Esta fibra dietética es mas insoluble que soluble ya que la harina es proveniente del trigo únicamente, por lo que sus propiedades son evitar el estreñimiento.

Cuadro 10. Análisis proximal de pan integral Zamorano.

<b>Composición de 100 grs.</b>	<b>%</b>
Humedad	32.68
Materia seca	67.28
Materia orgánica	70.28
Cenizas	3.0
Extracto Etéreo	6.82
Fibra cruda	0.68
Proteína Cruda	12.14
Extracto libre de Nitrógeno	44.68
Fibra dietética	6.2%

#### 4.5 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

Se realizaron pruebas de hongos y levaduras al mejor tratamiento (HF 70%, HI 20%, HAI 10%) para determinar su vida útil. Observando el cuadro numero 11 resultado con una vida útil de 12 días el pan, partiendo del límite recomendado por la Norma adaptada del Codex para productos de panadería. Codex Stan 152 - 1985 (Rey. 1 - 1995) en Centroamérica, con un rango permitido de 10 a 1000 UFC/g.

Cuadro 11. Pruebas de mohos y levaduras.

	Día 1	Día 7	Día 12	Día 14
Pan integral con avena	50 UFC/g.	650 UFC/g.	940 UFC/g.	1100 UFC/g.

#### 4.6 ANÁLISIS DE TEXTURA

Se realizaron pruebas de textura utilizando el instron para medir compresión, en el pan que resultó ser el tratamiento más aceptado durante los primeros tres días. Fuerza expresada en KN (kilonewton). Se realizó un análisis estadístico para determinar si hay o no diferencias significativas.

Cuadro 12. Análisis de textura.

Muestra	Textura
<b>Pan integral Zamorano</b>	0.04283 a
<b>Pan integral con avena</b>	0.04828 a

En el cuadro anterior se puede observar que no hay diferencias significativas en la fuerza requerida de compresión con el instron ( $P > 0.05$ ). Lo que si se observó fue que cada día que pasa los panes requieren de más fuerza para su compresión.

#### 4.7 ANÁLISIS DE COLOR CON EL COLORFLEX

Se realizó un análisis de color comparando el pan integral zamorano con el pan integral con avena. En el cuadro 13 se pueden observar la separación de medias.

Cuadro 13. Análisis de color.

	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
<b>Pan integral con avena</b>	64.88 a	7.35 a	17.46 a
<b>Pan integral zamorano</b>	62.98 b	5.11 b	15.08 b

Se obtuvieron diferencias significativas entre ambos panes ( $P < 0.05$ ) siendo el pan integral con avena más claro que el pan integral zamorano. Esto debido a las siguientes especificaciones.

Los valores de L se reflejan en una escala de 0 a 100; entre más cerca estén de 0, el producto es más oscuro y entre más cerca esté de 100 el producto es más claro.

Los valores de a indican que tan verde o rojo es el producto; si el valor es negativo el producto es más verde y si el valor es positivo el producto es más rojo.

Los valores de b indican cuan amarillo o azul es un producto; si el valor es positivo el producto es más amarillo, si el valor es negativo el producto es más azul.

## 5. CONCLUSIONES

- Se determinó sensorialmente que el tratamiento más aceptado fue el de 70% de harina fuerte, 20% de harina integral y 10% de harina de avena integral.
- Mediante pruebas de hongos y levaduras se determinó que la vida útil del producto es de al menos 12 días.
- Se obtuvo un porcentaje de fibra dietética de 9.43% siendo este más elevado y de mejor funcionalidad que el del pan integral Zamorano que posee 6.2% de fibra dietética y con una fibra dietética menos funcional.
- Al comparar el pan integral Zamorano y el pan integral con avena, la adición de la avena integral no afecta significativamente la textura del pan, pero sí el color.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de mercado para determinar si incluir o no la nueva línea de producto en la panadería de Zamorano.
- En próximos estudios sustituir en su totalidad la harina integral por la harina de avena integral empleada en la formulación para el pan integral.
- En próximos estudios buscar alternativas para lograr alargar la vida útil del producto, ya sea por adición de emulsificantes u otros preservantes en la formulación.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta S., 2001. Desarrollo de Pan Molde y marquesote para la panificadora rural de Nuevo Paraíso. Honduras, EAP. Ing. Agr. P.32

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3 ed. Volumen II. Maryland USA.

Arias D., 2002. Evaluación de cinco proporciones de harina de trigo con harina integral para la elaboración de Pan Francés Integral. Honduras, EAP. Ing. Agr. P. 37

Baking Center. S.f Quikitos Industriales. Ingredientes de panificación. 1p., 22p.

Grupo Vilbo, 2003. La levadura. Consultado el 7 de septiembre de 2004. Disponible en: <http://www.panaderia.com/informes/levadura.html>

Hernández C., 2000. Fabricación de Productos en Panadería. Consultado 25 de agosto de 2004. Disponible en: [www.infomipyme.com/Docs/HN/Offline/PROACTApanaderia.pdf](http://www.infomipyme.com/Docs/HN/Offline/PROACTApanaderia.pdf)

POMERANZ, Y. 1988. Wheat: Chemistry and technology. 3 ed. Minnesota, USA. Edit American Association of Cereal Chemists. Inc. V.1, 514 p. 562

Puiggari, 2002. La Avena. Consultado el 5 de septiembre de 2004. Disponible en: <http://www20.brinkster.com/ladietetica/Alimentos/avena.htm>

Tejero, F. 2003. MOLINERÍA y PANADERÍA DIGITAL. Consultado el 13 septiembre de 2004. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/quienes/indice.html>

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial**

Hoja de Evaluación Sensorial  
Pan integral con avena  
Grupos Focales

Número de Muestras: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Encierre en un círculo la evaluación que se merece cada muestra analizada en cada una de sus características.

<b>Sabor</b>	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	5 Me gusta mucho
<b>Textura</b>	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	5 Me gusta mucho
<b>Aroma</b>	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	5 Me gusta mucho
<b>Color</b>	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	5 Me gusta mucho
<b>Aceptación</b>	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	5 Me gusta mucho

**Anexo 2. Costos Totales**

<b>Ingredientes/pruebas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>unidades</b>	<b>costo en Lps. por kg/análisis</b>	<b>total</b>
harina fuerte	12.0	Kg.	7.26	87.78
harina integral	3.52	Kg.	7.26	25.57
Avena Integral	1.65	Kg.	30.44	50.51
azúcar	1.55	Kg.	20.46	31.80
Sal	0.38	Kg.	3.3	1.27
levadura	0.20	Kg.	1089	225.72
Leche	11.78	Kg.	8.3	97.77
Propionato de calcio	0.03	Kg.	44	1.52
margarina	1.55	Kg.	62.7	97.47
Pruebas de mohos y levaduras	3	-	100	300
Prueba de color	2	-	100	200
Análisis químico proximal	2	-	300	600
Pruebas de Textura	3	-	100	300
jaleas para degustación	3		42.5	127.5
<b>Total en Lps.</b>				<b>2146.94</b>

**Anexo 3. Resumen de análisis estadístico realizado con SAS****Variable Dependiente: SABOR**

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.12666667	0.56333333	3.90	0.0603
Error	9	1.30000000	0.14444444		
Corrected	11	2.42666667			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	SABOR Mean	
	0.464286	9.194963	0.380058	4.133333	

**Variable Dependiente: TEXTURA**

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.04000000	0.52000000	4.97	0.0352
Error	9	0.94250000	0.10472222		
Corrected	11	1.98250000			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TEXTURA Mean	
	0.524590	8.039954	0.323608	4.025000	

**Variable Dependiente: AROMA**

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.24666667	0.12333333	1.13	0.3641
Error	9	0.98000000	0.10888889		
Corrected	11	1.22666667			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	AROMA Mean	
	0.201087	8.318903	0.329983	3.966667	

**Variable Dependiente: COLOR**

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.31500000	0.15750000	3.32	0.0834
Error	9	0.42750000	0.04750000		
Corrected	11	0.74250000			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	COLOR Mean	
	0.424242	5.039190	0.217945	4.325000	

**Variable Dependiente: ACEPTACION**

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.85166667	0.42583333	4.82	0.037
Error	9	0.79500000	0.08833333		
Corrected	11	1.64666667			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	ACEPTACION Mean	
	0.517206	7.133022	0.297209	4.166667	

**Prueba Tukey para SABOR**

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 9  
 Error Mean Square 0.144444  
 Critical Value of Studentized Range 3.94850  
 Minimum Significant Difference 0.7503

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.3500	4	3
A	4.3500	4	2
A	3.7000	4	1

**Prueba Tukey para TEXTURA**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.104722
Critical Value of Studentized Range	3.94850
Minimum Significant Difference	0.6389

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.3250	4	2
A			
B A	4.1250	4	3
B			
B	3.6250	4	1

**Prueba Tukey para AROMA**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.108889
Critical Value of Studentized Range	3.94850
Minimum Significant Difference	0.6515

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.1500	4	2
A			
A	3.9500	4	3
A			
A	3.8000	4	1

**Prueba Tukey para COLOR**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.0475
Critical Value of Studentized Range	3.94850
Minimum Significant Difference	0.4303

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.4750	4	2
A			
A	4.4000	4	3
A			
A	4.1000	4	1

### Prueba Tukey para ACEPTACION

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.088333
Critical Value of Studentized Range	3.94850
Minimum Significant Difference	0.5868

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.4250	4	3
A			
B A	4.2750	4	2
B			
B	3.8000	4	1

### Prueba Tukey para Análisis con el Instron

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	10
Error Mean Square	0.001321
Critical Value of Studentized Range	3.15106
Minimum Significant Difference	0.0468

Tukey Grouping	Mean	N	PAN
A	0.04828	6	2
A			
A	0.04283	6	1

### Prueba Tukey para Análisis de color L

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	10
Error Mean Square	0.269667
Critical Value of Studentized Range	3.15106
Minimum Significant Difference	0.668

Tukey Grouping	Mean	N	PAN
A	64.8833	6	2
B	62.9833	6	1



**Prueba Tukey para Análisis de color A**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	10
Error Mean Square	0.027842
Critical Value of Studentized Range	3.15106
Minimum Significant Difference	0.2146

Tukey Grouping	Mean	N	PAN
A	7.35667	6	2
B	5.11833	6	1

**Prueba Tukey para Análisis de color B**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	10
Error Mean Square	0.134743
Critical Value of Studentized Range	3.15106
Minimum Significant Difference	0.4722

Tukey Grouping	Mean	N	PAN
A	17.4650	6	2
B	15.0883	6	1