

## **EVALUACIÓN DE UNA HARINA DE TRIGO (*Triticum durum*) Y SALVADO DE ARROZ COLOMBIANO (*Oryza sativa*) PARA PANIFICACIÓN**

La incorporación de SA en harinas destinadas a panadería ha sido exitosamente aplicada en niveles bajos de mezcla. La nueva harina para panificación presenta mejores propiedades nutricionales, si se tiene en cuenta que el SA es una buena fuente de fibra dietética, proteínas y ácidos grasos insaturados. En este estudio se evalúan mezclas harina de trigo/SA en proporciones 95/5, 90/10 y 85/15.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Características del salvado de arroz**

Arroz paddy seco procedente de los molinos industriales de Arroz Supremo del Tolima (Espinal, Colombia) fue descascarillado y pulido (molino de arroz GranEl®) simulando estrictamente las condiciones industriales para obtener salvado. Inmediatamente, se utilizó la técnica de estabilización con calor húmedo (vapor saturado) para estabilizar el producto.

#### **Estabilización del salvado**

El SA fue distribuido en bandejas de 250 g cada una de tal manera que la profundidad de estas no fuera superior a 2 cm. Luego, estas bandejas fueron introducidas en un autoclave (Vertical Pselecta®) provisto de vapor saturado a 121°C por un tiempo de 30 minutos.

Posteriormente, el SA estabilizado fue secado (secador por convección forzada, MLW®) a 40 °C hasta llegar a una humedad de entre 8,7% y 11%.

#### **Diseño experimental**

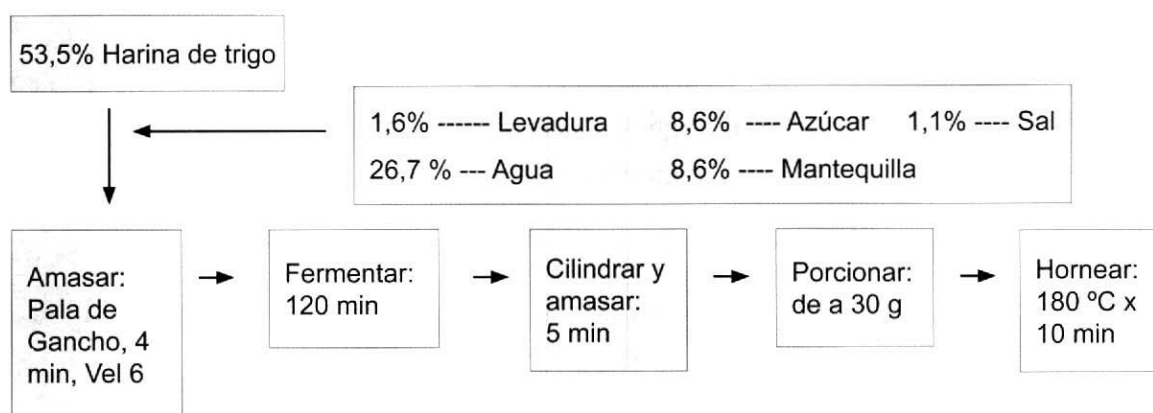
Se fijaron 3 niveles de mezcla y un blanco (100% harina de trigo). El nivel inferior de mezcla correspondió al 5% de SA, un nivel medio del 10% de SA y un nivel máximo del 15% de SA. Considerando como variables de respuesta los cambios en el análisis proximal (contenido de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza), el análisis reológico (porcentaje de absorción de agua, tiempo de amasado, contenido de gluten, retrogradación del almidón, fuerza para desarrollar alfa amilasas en la masa, fuerza de deformación de los panes y tiempo de fermentación para cada mezcla), en las características esenciales (volumen específico de los panes, colorimetría de las harinas, de la corteza del pan y de la miga) y en el análisis sensorial de los panes (prueba hedónica de 5 puntos).

## Condiciones de proceso

Con el fin de atribuir los resultados de las variables de respuesta solamente a los niveles de mezcla trigo-salvado y no a las variables de fabricación del pan se consideraron como fijas las siguientes condiciones:

## Elaboración

Se estandarizó la elaboración por un panadero experto (gráfica 48), manejando siempre las mismas condiciones de amasado (63 rpm), crecimiento (tiempo establecido experimentalmente por las curvas de fermentación) y horneado (180 °C por 10 minutos).



**Gráfica 48.** Diagrama de bloques de la formulación estándar para la preparación del pan.

## Condiciones de amasado

Se hicieron mezclas de SA con harina de trigo obtenida del molino Capri® ubicado en Madrid, Cundinamarca. Se estableció para la preparación de las mezclas una velocidad de 63 rpm por 4 min en la mezcladora Kitchen Aid® con paleta plana; esta condición se mantuvo constante en la preparación de todas las mezclas.

## Crecimiento

Se fijaron los siguientes tiempos de fermentación por mezcla (tabla 67):

**Tabla 67.** Tiempos fijados experimentalmente para la fermentación de las mezclas.

Tiempo (min)	Régimen de mezcla
122	100% Trigo
117	5% Salvado + 95% Trigo
109	10% Salvado + 90% Trigo
85	15% Salvado + 85% Trigo

## **Análisis de muestra**

*Análisis proximal.* Se realizó la caracterización individual del SA y de las mezclas con harina de trigo determinando el porcentaje de humedad, proteína, grasas, fibra y ceniza.

*Humedad.* Se utilizó el equipo de referencia Metler Toledo HB43S®. Se tomó un peso entre 2,6 y 3,6 g a temperatura de aproximadamente 78°C. La humedad se reporta en g agua/100 g de muestra seca.

*Proteína.* Se empleó el método Kjeldahl, el cual permite la estimación del contenido de nitrógeno total, y se utilizó como referencia la AOAC (Association of Official Analytical Chemist), método 945.18-B modificado. Los resultados se expresaron en g proteína/100 g de muestra seca.

*Grasa.* Se utilizó el método Soxhlet establecido por la AOAC método 981.12. Los resultados se expresaron en g de grasa/100 g de muestra seca.

*Fibra.* Se usó como referencia el método 985.29 de la AOAC, aplicado sobre muestras secas desengrasadas. Los resultados se expresaron en g de fibra dietética/100 g de muestra seca desengrasada.

*Cenizas.* Se utilizó el método establecido por la norma técnica colombiana (NTC) 282. Los datos se expresaron en g/100 g de muestra seca.

## **Análisis reológico**

Se realizó la caracterización individual de la harina de trigo y de las mezclas con SA mediante la prueba Mixolab determinando:

- ✓ *Porcentaje de absorción de agua* que influye en el rendimiento de la formación de la masa.
- ✓ *Tiempo de amasado* que representa la resistencia que presenta la harina al amasado.
- ✓ *Contenido de gluten* que ofrece una idea sobre la fuerza de la proteína.
- ✓ *Retrogradación del almidón y Fuerza para desarrollar alfa-amilasas en la masa* que proporcionan información importante sobre la vida útil del producto.

Las anteriores pruebas fueron realizadas por Enzipan Laboratorios Ltda, en Bogotá, Cundinamarca.

Para la determinación de la *fuerza de deformación* de los panes elaborados a partir de las mezclas se utilizó el penetrómetro digital Chatillon modelo MTL50L®.

Finalmente, para establecer el *tiempo de fermentación* de las mezclas se tomaron 50 g de masa, se depositaron en una probeta plástica de 500 ml y se ajustó el

volumen inicial con un émbolo. Bajo condiciones de crecimiento se tomó cada 30 minutos el volumen desplazado hasta observar un volumen constante y a partir de la diferencia de volumen ( $\Delta V$ ) se determinó el tiempo de fermentación. Según Vargas & Haros (2009), en este tiempo la masa llega al 75% de su volumen máximo, nivel óptimo para que la levadura termine de desarrollar el volumen del pan en el proceso de horneado.

### Características esenciales

*Volumen específico de los panes.* El parámetro fue medido por el método 10.05 de la AOAC en el cual se determinó el volumen del pan por medio del desplazamiento de semillas de ajonjolí en un recipiente cilíndrico.

*Colorimetría.* Se determinó en los diferentes niveles de mezcla, en la miga y en la corteza del pan elaborado a partir de estas mezclas. Se utilizó un colorímetro Konica Minolta® midiendo la luminosidad donde un valor igual a 100 quiere decir que la muestra es blanca y es más oscura cuando se acerca a 0.

### Análisis sensorial del producto final

Se realizó un análisis sensorial utilizando una prueba hedónica de 5 puntos (Anzaldúa, 1994), tal como se muestra en la tabla 68:

**Tabla 68.** Puntos analizados en la prueba hedónica.

Le gusta mucho	2
Le gusta	1
Ni le gusta, ni le disgusta	0
Le disgusta	-1
Le disgusta mucho	-2

El análisis sensorial se llevó a cabo con un panel no entrenado de 70 personas, hombres y mujeres, de edades de entre 20 y 35 años, estudiantes y funcionarios de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Los parámetros de sabor, color y textura fueron evaluados por el panel.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante comparación entre tratamientos para la determinación de diferencias (ANOVA con significancia del 95% y test de Duncan), utilizando el software Statgraphics®. Todos los datos reportados corresponden al valor medio de tres mediciones realizadas sobre experimentos corridos por triplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis proximal

#### Caracterización del salvado de arroz estabilizado

A continuación se aprecia en la tabla 69 que a pesar del proceso térmico de estabilización, el contenido proximal en el salvado es significativo, este es un factor importante ya que dicho contenido mejora el valor nutricional de las harinas y el producto terminado, además de esto, se logra la obtención de un producto funcional, teniendo en cuenta que la fibra dietética tiene como característica mejorar la ingesta intestinal.

**Tabla 69.** Caracterización del SA.

Característica	Contenido (%)
Humedad	3,53 ± 0.24
Proteína	23,25 ± 1.87
Grasa	24,72 ± 0.62
Fibra Dietética	22,43 ± 0.18
Cenizas	10,41 ± 0.16

#### Contenido de humedad

El contenido de humedad entre los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo mostraron diferencia estadísticamente significativa. En la tabla 70, se puede observar que la humedad disminuye a medida que aumenta la cantidad de SA. Una baja humedad garantiza óptimas condiciones de almacenamiento al evitar el crecimiento microbiano, no obstante, afecta directamente la dureza al tacto del producto final ya que hace que pierda suavidad y flexibilidad (Calaveras, 2004).

**Tabla 70.** Contenido de humedad en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Humedad g/100g de muestra seca
100% Harina de trigo	12,06 ± 0,02
5% SA + 95% Harina de trigo	11,63 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	11,21 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	10,78 ± 0,02

### Contenido de proteína

El contenido de proteína entre las harinas muestra diferencia estadísticamente significativa. Teniendo en cuenta que el SA es una materia prima rica en albúminas y globulinas (Pacheco & Pena, 2006) y la harina de trigo está compuesta de proteínas como la gliadina y glutenina (Calaveras, 2004), en la tabla 71 se evidencia claramente un aumento de esta propiedad nutricional en la medida que aumenta el nivel de salvado en la mezcla dándole al producto un aporte importante de proteína y un valor nutricional de gran importancia.

**Tabla 71.** Contenido de proteína en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Proteína g/100g de muestra seca
100% Harina de Trigo	14,99 ± 0,07
5% SA + 95% Harina de trigo	15,41 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	15,82 ± 0,03
15% SA + 85% Harina de trigo	16,23 ± 0,02

### Contenido de grasa

El SA tiene un contenido de grasa aproximado del 25% mientras que la harina de trigo tiene un 6,69%. Como se observa en la tabla 72, en la medida que aumenta el contenido de SA en cada uno de los niveles de mezcla, el contenido de grasa aumenta, esto indica una mejora en las características organolépticas del pan ya que el contenido de grasa hace que el producto sea más suave, mejore el sabor y aroma (Calaveras, 2004).

**Tabla 72.** Contenido de grasa en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Contenido grasa g/100g de muestra seca
100% Harina de trigo	6,69 ± 0,02
5% SA + 95% Harina de trigo	7,59 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	8,49 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	9,39 ± 0,04

A partir de estos resultados se puede afirmar que el SA se convierte para la industria panadera en una variable importante para mejorar el producto en sus características nutricionales y organolépticas puesto que esta materia prima contiene ácidos grasos como los omega 9, omega 6 y omega 3 (Kennedy & Burlingame, 2003).

### Contenido de fibra dietética

La diferencia para el contenido de fibra dietética entre los distintos niveles de mezclas mostrado en la tabla 73 es estadísticamente significativa. Como se puede apreciar en la tabla 67, el SA es una materia prima que contiene un 22% de fibra dietética, esto hace que a medida que aumente la cantidad del subproducto en cada una de las mezclas el contenido de fibra igualmente aumente.

**Tabla 73.** Contenido de fibra dietética en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Fibra Dietética g/100g de muestra seca
100% Harina de trigo	1,22 ± 0,12
5% SA + 95% Harina de trigo	2,27 ± 0,10
10% SA + 90% Harina de trigo	3,32 ± 0,12
15% SA + 85% Harina de trigo	4,38 ± 0,03

### Contenido de cenizas

Las cenizas de los cereales contienen minerales esenciales para el cuerpo humano como el potasio, sodio y magnesio (Calaveras, 2004). La tabla 74 muestra un aumento significativo en el contenido de cenizas para cada nivel de mezcla a medida que se incrementa el contenido de salvado.

Según la NTC 267 para las harinas de panificación integrales, el máximo contenido de cenizas permisible es del 1,7% por lo tanto el nivel máximo de mezcla de SA para ser aplicado a la industria debe ser inferior al 15%.

**Tabla 74.** Contenido de cenizas en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Cenizas g/100g de muestra seca
100% Harina de trigo	0,67 ± 0,00
5% SA + 95% Harina de trigo	1,16 ± 0,00
10% SA + 90% Harina de trigo	1,64 ± 0,03
15% SA + 85% Harina de trigo	2,13 ± 0,11

### Análisis reológico

#### Porcentaje de absorción de agua

La absorción de agua se define como la cantidad de agua requerida para obtener una masa de consistencia óptima. Para los trigos de buena calidad en procesos de pani-

ficación, el porcentaje de absorción debe estar entre el 58 y 60% puesto que el nivel de esta agua está influenciado en la formación del gluten (Pérez, 1997).

Teniendo en cuenta que en los resultados de porcentaje de absorción de agua hubo diferencia significativa entre cada nivel de mezcla, se puede concluir que las harinas con 10 y 15% de SA pueden ser panificables. Con seguridad no desarrollarán el gluten como un pan normal, lo que afectará directamente la calidad y volumen del producto terminado, en comparación con el blanco y la harina que tiene el 5% de SA cuyos porcentajes de absorción son adecuados (ver tabla 75).

**Tabla 75.** Determinación del porcentaje de absorción de agua en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Porcentaje de absorción (min)
100% Harina de trigo	60,0 ± 0,0
5% SA + 95% Harina de trigo	58,0 ± 0,0
10% SA + 90% Harina de trigo	55,0 ± 0,0
15% SA + 85% Harina de trigo	55,0 ± 0,0

### Tiempo de amasado

El tiempo de amasado es el tiempo requerido para dar a la masa consistencia máxima. Una harina de calidad para pan requiere al menos tres minutos de tiempo de amasado para llegar al punto más alto mientras que una harina débil requiere un tiempo más corto. Mientras más extenso es el tiempo de amasado, más fuerte es la harina; los tiempos mayores a seis minutos indican una harina fuerte que puede crear una masa rígida, nada flexible, pero que puede ser adecuada para el pan de horno de leña o la corteza de pizza (Rydings, 2009). Por otro lado, se ha encontrado que el porcentaje de gluten en la masa está relacionado con la absorción de agua y tolerancia al amasado, dicho porcentaje tiene gran influencia sobre el volumen del pan (Pérez, 1997).

En base a esto, los resultados de tiempo de amasado obtenidos para los niveles de mezcla del 5 y 10% de contenido de SA podrían alcanzar a desarrollar gluten y convertirse en una harina panificable (ver tabla 76). La alta desviación entre los datos pudo haberse debido a algún problema en la manipulación de las muestras por parte del laboratorio contratado para este estudio o a un error en el momento de hacer la homogenización de las mezclas preparadas. Aun teniendo en cuenta esto, se puede ver que el contenido de SA afecta el tiempo de amasado y así mismo la calidad de la masa.

**Tabla 76.** Determinación del tiempo de amasado en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Tiempo de amasado (min)
100% Harina de trigo	4,30 ± 1,41
5% SA + 95% Harina de trigo	3,55 ± 7,35
10% SA + 90% Harina de trigo	2,91 ± 8,77
15% SA + 85% Harina de trigo	2,86 ± 9,49

### Contenido de gluten

La calidad del gluten influye en el volumen del pan ya que permite retener gas carbónico en la masa durante el proceso de fermentación. Según Calaveras (2004), una harina con un contenido menor al 5% de gluten no es recomendable para trabajar en la industria panadera. De esta manera, juzgando por los resultados, los tres niveles de mezcla del 5, 10 y 15% de SA pueden constituir harinas panificables (ver tabla 77).

**Tabla 77.** Determinación del contenido de gluten en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Gluten g/100g de muestra seca
100% Harina de trigo	8,43 ± 0,02
5% SA + 95% Harina de trigo	8,23 ± 0,05
10% SA + 90% Harina de trigo	7,59 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	7,17 ± 0,02

Durante el desarrollo de los panes se pudo evidenciar que el volumen del producto con un nivel del 5 y 10% no se afecta significativamente. Sin embargo, en la mezcla con el 15% el amasado requirió más trabajo afectando el volumen del pan.

### Retrogradación de almidón

Los productos de panificación tienen una corta vida útil desde que salen del horno hasta que llegan al consumidor. Uno de los principales problemas de esta corta duración es el desarrollo de una corteza firme y la resequedad aparente durante el almacenamiento prolongado causado por la retrogradación del almidón (Da Mota *et al.*, 2005). Teniendo en cuenta que el almidón es el constituyente mayoritario en la miga del pan y que a medida que el nivel de salvado se hace mayor en la harina, los cambios físicos en el índice de retrogradación del almidón se ven disminuidos (ver tabla 78), estas mezclas son aptas para la industria de panificación.

**Tabla 78.** Determinación del índice de retrogradación del almidón en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Índice de retrogradación del almidón
100% Harina de trigo	2,54 ± 0,01
5% SA + 95% Harina de trigo	2,14 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	2,14 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	2,05 ± 0,01

### Fuerza para desarrollar alfa amilasas en la masa

Las amilasas degradan el almidón en azúcares solubles, transformándolos por la levadura durante la fermentación y el horneado produciendo gas carbónico el cual le proporciona volumen al pan (Calaveras, 2004). Al elaborar el producto a partir de las mezclas de harinas se pudo observar que a medida que el nivel de SA es mayor en la mezcla, la fuerza de desarrollo de alfa amilasa disminuye (ver tabla 79). Además, se evidenció que el volumen del pan era más pequeño y presentó una corteza menos brillante. Pese a esto, es importante resaltar que el cambio solo se hace físico manteniendo el valor nutricional.

**Tabla 79.** Determinación de la fuerza de desarrollo de alfa amilasas en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Fuerza desarrollo alfa amilasa (Nm)
100% Harina de trigo	1,84 ± 0,02
5% SA + 95% Harina de trigo	1,44 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	1,39 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	1,29 ± 0,02

### Fuerza de deformación en los panes

La fuerza de deformación del pan está completamente ligada a la esponjosidad o suavidad de este (Calaveras, 2004). Si se observa la tabla 80 esta fuerza se incrementa con el nivel de SA. Esto se podría explicar claramente en relación al contenido de gluten. El contenido de salvado disminuye el nivel de gluten en la mezcla y así mismo afecta la suavidad de la corteza, produciendo una mayor fuerza para deformar el pan.

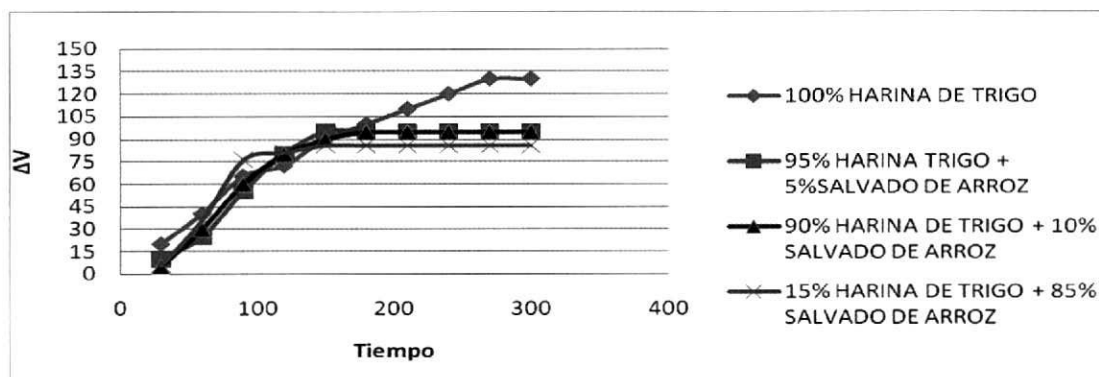
**Tabla 80.** Determinación de la fuerza de deformación de los panes con las harinas de los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Fuerza de deformación pan (Kg)
100% Harina de trigo	2,46 ± 0,16
5% SA + 95% Harina de trigo	2,85 ± 0,07
10% SA + 90% Harina de trigo	3,56 ± 0,05
15% SA + 85% Harina de trigo	3,78 ± 0,16

### Tiempo de fermentación

El tiempo de fermentación de una masa es necesario porque es donde la levadura produce gas carbónico (crecimiento de la masa) y por reacciones bioquímicas (aumento de acidez) el gluten adquiere la fuerza y la resistencia necesaria para conservar los gases de la fermentación (Badui, 2006). Cuando la masa no contiene el gas carbónico y la acidez suficiente, el pan se reviene enseguida (aplasta) ya que el agua de la miga sale rápidamente hacia la corteza (Tovar, 2006).

En la tabla 77 se puede apreciar que en los diferentes niveles de mezcla el contenido de gluten disminuye a medida que aumenta el salvado, esto se debe a que el arroz es un cereal que no contiene gluten y en la medida que se hace mayor el nivel de salvado en la mezcla disminuye la proteína en la harina. Como se puede apreciar en la gráfica 49, el volumen máximo de fermentación en la masa disminuyó con el incremento de salvado en las mezclas presentando diferencia estadísticamente significativa. Para una masa con 100% de harina de trigo el tiempo de fermentación fue de 120 minutos, mientras que para la masa que contenía el mayor nivel de SA el tiempo fue de 83 minutos, ya que posiblemente el gluten en este nivel ya no tenía la fuerza suficiente para retener el gas carbónico.

**Gráfica 49.** Determinación de los tiempos de fermentación para los diferentes niveles de mezcla.

## Características esenciales

### Volumen específico de los panes

Como se puede apreciar en la tabla 81, la adición de SA como sustituto de la harina de trigo afectó inversamente el volumen específico del pan. Esto podría atribuirse a que el volumen del pan se encuentra en función del contenido de gluten.

**Tabla 81.** Determinación del volumen específico de los panes con las harinas de los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Volumen específico (c.c.)
100% Harina de trigo	161,67 ± 0,06
5% SA + 95% Harina de trigo	126,67 ± 0,03
10% SA + 90% Harina de trigo	113,33 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	106,67 ± 0,02

## Colorimetría

### Colorimetría de las harinas

Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa. La tabla 82 muestra que la adición de SA afecta el color de la harina, puesto que para la que tiene el mayor nivel de mezcla la luminosidad medida fue de 94,36 en comparación con el blanco de 99,41.

**Tabla 82.** Determinación de la luminosidad en las harinas con los diferentes niveles de mezcla de SA y harina de trigo.

Mezcla	Luminosidad
100% Harina de trigo	99,41 ± 0,03
5% SA + 95% Harina de trigo	96,95 ± 0,02
10% SA + 90% Harina de trigo	95,70 ± 0,03
15% SA + 85% Harina de trigo	94,36 ± 0,29

### Colorimetría de la corteza de los panes

En la tabla 83 se muestran los resultados en la determinación de luminosidad de la corteza de los panes. Existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto al color de la corteza para cada nivel de mezcla. El cambio de luminosidad en las harinas no se hizo evidente al ojo humano.

**Tabla 83.** Determinación de luminosidad de la corteza de los panes.

Mezcla	Luminosidad de la corteza del pan
100% Harina de trigo	61,22 ± 0,05
5% SA + 95% Harina de trigo	59,80 ± 0,04
10% SA + 90% Harina de trigo	57,62 ± 0,02
15% SA + 85% Harina de trigo	56,17 ± 0,03

### Colorimetría de la miga de los panes

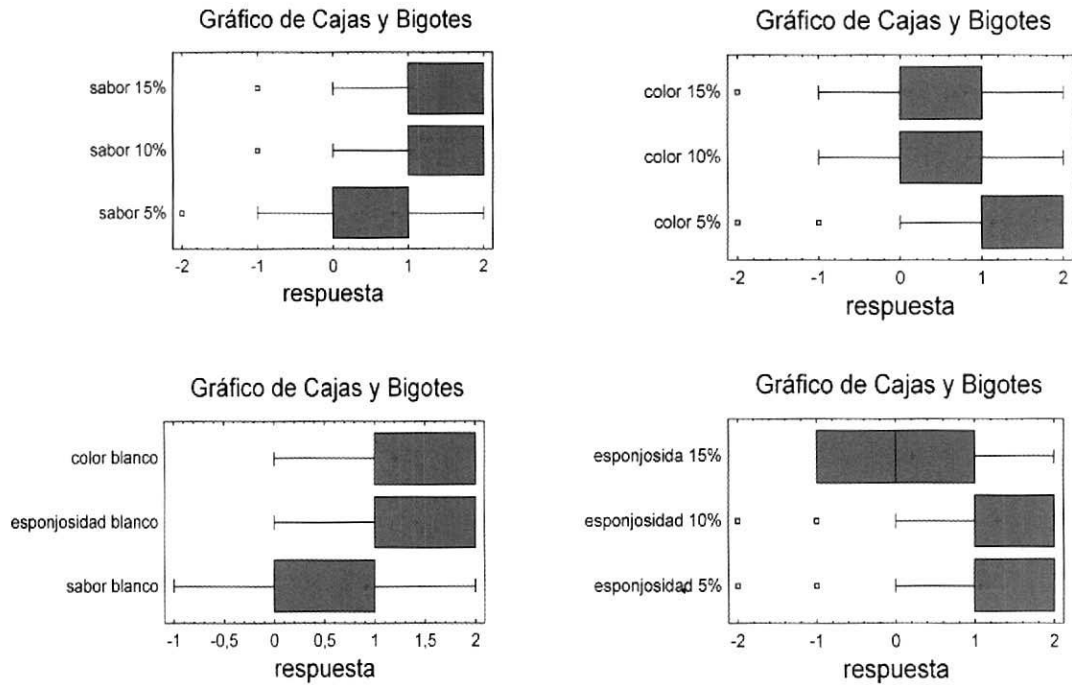
En la tabla 84 se muestran los resultados en la determinación de luminosidad de la miga de los panes. Los resultados presentaron diferencia estadísticamente significativa. Esto puede atribuirse a la cantidad de SA y a que en los productos horneados se lleva a cabo la reacción de Millard produciendo la caramelización de los panes (Badui, 2006).

**Tabla 84.** Determinación de luminosidad de la miga de los panes.

Mezcla	Luminosidad del interior del pan
100% Harina de trigo	82,87 ± 0,06
5% SA + 95% Harina de trigo	80,18 ± 0,07
10% SA + 90% Harina de trigo	79,17 ± 0,04
15% SA + 85% Harina de trigo	76,98 ± 0,08

### Análisis sensorial

Todos los panes elaborados a partir de las mezclas fueron aceptados satisfactoriamente (ver gráfica 50), las estadísticas indican que los niveles de mayor aceptación por el consumidor fueron los panes que contenían 5 y 10% de SA. La esponjosidad no presentó la aceptación que se esperaba, observando que el contenido de arroz afecta significativamente esta característica.



**Gráfica 50.** Resultados de aceptación a los diferentes niveles de mezcla. (a) evaluación de color, esponjosidad y sabor del pan blanco (b) evaluación del color; (c) evaluación del sabor; (d) evaluación de la esponjosidad del pan.

Para los otros niveles de mezcla, la aceptación del panel fue satisfactoria demostrando preferencia por el sabor de los panes con los diferentes niveles de mezcla de SA en comparación con el blanco.

**Gráfica 51.** Evaluación sensorial de las muestras de pan.



## CONCLUSIONES

Se encontró que es factible técnicamente elaborar pan integral con SA estabilizado; además un aumento progresivo de este, hace que el contenido de proteína y fibra dietaria aumente en las mismas proporciones, lo cual mejora el valor nutricional de los panes.

Además, para la industria panadera el SA se convierte en una posible materia prima económica para mejorar el producto en sus características organolépticas y nutricionales.

El nivel de mezcla del 15% de SA no cumple con la NTC 267 para el contenido de cenizas en harinas de panificación integrales. Este nivel resulta también no apto para ser usado en este sector ya que el tiempo de amasado se reduce de manera significativa.

Por otro lado, el análisis sensorial demostró que los panes elaborados con niveles de mezcla del 5 y 10% tienen una gran aceptación para las características de sabor, color y esponjosidad, lo que no sucede con el nivel de mezcla de 15% de SA que resulta menos esponjoso.

Si se lograra que las Cámaras de la industria de harina de trigo y arroz llegaran a acuerdos para sustituir el 10% de las harinas de panificación por SA, las disminuciones de importaciones de trigo serían de 126.187,2 toneladas (teniendo en cuenta el dato reportado de importaciones por el observatorio de Agrocadenas para el 2006), lo que representaría un 79% de uso del total de la producción actual de SA que está subutilizado.

## Referencias bibliográficas

- Anzaldúa A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 1era Edición. Zaragoza. Acribia SA 214p.
- Badui S. 2006. Química de los alimentos. 4ª edición. México. Prentice Hall. 461p.
- Calaveras J. 2004. Nuevo tratado de panificación y bollería. Segunda Edición. Madrid, España. AMD Ediciones. 621p.
- Clerici M.T., El-Dash A.A. 2006. Farinha extrusada de arroz como sustituto de gluten na producao de pao de arroz. Arch Latinoam Nutr. 288-94.
- Da Mota V. M., Mireles C. E., Camarena E. A., Bautista M. 2005. Efecto del uso de masas congeladas sobre las características y textura en pan blanco. RESPYN.. Edición Especial No. 13. Vol. 66.
- Espinal C. F., Martínez H. J., Acevedo X. 2005. La cadena del arroz en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: <http://www.scribd.com/doc/22381818/La-Cadena-de-Arroz-en-Colombia>. 40 p. Consultado: 24 de Febrero de 2009.

- Fedearroz. 2006. Desarrollo de procesos para la valorización de subproductos de la industria arrocera. Mercado de los Subproductos del Arroz frente al TLC. En: <http://www.Fedearroz.com.co/arroz/464/464.shtml>. 15p. Consultado: 25 de Marzo de 2009
- Kennedy G., Burlingame B. 2003. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chemistry*. 80: 589-596.
- Martínez H., Espinal C., Prieto C. L. 2008. La cadena del trigo en Colombia. En: [www.agronet.gov.co](http://www.agronet.gov.co). Consultado: 12 Mayo de 2008.
- Monrroy C.A., Vargas A. O. 2001. Estudio de caracterización, proceso de obtención y usos del SA. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad del Tolima. 15 p.
- Pacheco Delahaye, E y Pena, J. 2006. Efecto del SA sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas. *Rev. Fac. Agron.*, 23:232-242.
- Pérez C. 1997. Determinación de la calidad de trigos harineros por medio de pruebas físicas, químicas y reológicas. Tesis de Pregrado. Unidad de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Iztapalapa, México. 39p.
- Ranhoira G. S., Loewe R. J., Puyat L. V. 1975. Effect of wheat flour and its starch and gluten components on lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *Journal of Food Science*. Volumen 42 (1): 79 – 82.
- Rydings M. 2009. Instrumentos analíticos y calidad de la harina. En: [http://www.bsimagazine.com/feature\\_stories\\_print.asp?ArticleID=56453](http://www.bsimagazine.com/feature_stories_print.asp?ArticleID=56453). Consultado: 12 de Octubre de 2009. 1p.
- Tovar R. 2006. Masas. 1ª Edición. Madrid. Aguilar. 285p.*
- Tovar H., Lumidla J. 2004. Evaluación del comportamiento de productos de frituras a base de harina de maíz precocida y aceites con la incorporación de carboximetilcelulosa (CMC) y SA estabilizado (SA). Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 28p.*
- Vargas E., Haros M. 2009. Mejora nutricional de pan con SA colombiano. Pasantía de Investigación. Valencia, España. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.