

## CARACTERÍSTICAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS EN LA EVALUACIÓN DE PANES ELABORADOS CON HARINAS COMPUESTAS DE TRIGO (*Tricum vulgare*), YUCA DULCE (*Manihot esculenta*) Y SUBPRODUCTOS AMILÁCEOS DEL MAÍZ (*Zea mays*).

EDITH SALAZAR DE MARCANO<sup>1</sup> Y LUCAS ÁLVAREZ-MARTÍNEZ<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de Cursos Básicos. <sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Química.  
Núcleo Anzoátegui. Universidad de Oriente.

### RESUMEN

Basados en diferentes formulaciones de harinas compuestas de trigo, yuca dulce y subproductos del maíz, se ensayaron seis mezclas en las que se sustituyó progresivamente la cantidad de harina de trigo hasta un 50% por harina de yuca y subproductos del maíz. De las masas obtenidas se estudió el comportamiento viscoamilográfico típico, [Viscosidad Máxima (VM), y los índices de: Consistencia (IC), Asentamiento (IA) y Estabilidad (IE)]. Como propiedades objetivas de los panes elaborados se analizaron los índices de Absorción de Agua (IAA), Firmeza (IF) y Retención de Agua (RA). Como variables subjetivas se consideraron el Color de la Corteza (CC) Sabor (S), Esponjosidad (E), Textura (T) y Apariencia (A). El diseño estadístico de bloques al azar y el análisis de correlación se aplicaron respectivamente para el estudio de las variables objetivas y las relaciones entre los resultados objetivos y subjetivos. La evaluación sensorial se analizó por el método de puntos de calificación con escala hedónica. La sustitución de harina de trigo por harina de yuca dulce y subproductos del maíz, causan una disminución de la VM de las masas y la RG de los productos y un aumento en el IAA y el IF en los panes. El análisis de varianza permitió comprobar que no existen diferencias significativas en cuanto al CC, S y T de los panes preparados con las mezclas ensayadas, respecto al control (100% harina de trigo), ni para la E y A entre los panes obtenidos, pero sí entre estos últimos y el control. Los productos elaborados con las mezclas ensayadas, presentan características tanto reológicas como organolépticas aceptables para el consumidor y similares a las del pan de trigo.

PALABRAS CLAVES: Yuca, panificación viscoamilográficas.

### ABSTRACT

Six dough mixtures based on different flours formulations substituting the wheat content progressively up to 50% with flours made of cassava and corn by-products. We studied the viscoamylographical behavior of the doughs [maximum viscosity (MV), consistency (C), establishment (E) and stability (S)]. We also analyze the water absorption rate (WAR), firmness (F) and gas retention (GR) as objective properties of the breads made. Among the subjective properties we analyze the crust color (CC), flavor (F), sponginess (S), texture (T) and appearance (A). The randomized block design and the analysis of correlation were used to determine the relationships among the variables studied. The sensorial evaluation was made through the method of qualification points on a hedonistic scale using a semi-trained panel of ten tasters. The substitution of wheat flour with cassava and corn by-products reduced the MV of the doughs and the GR of the products and increased the WAR and F of the breads. The ANOVA showed no significant differences on CC, S, and T of the breads compared with the control (100% wheat flour). For E and A, there were no significant differences among the mixtures but there was a significant difference between each mixture and the control. The products elaborated with the mixtures assayed showed reological and organoleptical properties acceptable for consumers and very similar to those of bread made from 100% wheat flour.

KEY WORDS: Cassava, breading, viscoamilograph.

### INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los alimentos arraigado en la dieta del venezolano, por ser junto con la arepa y el cazabe los principales suplidores energéticos de un amplio sector de la

Recibido: Marzo 2000. Aprobdo: Abril 2001.

población. El trigo, su materia prima, es un rublo que se importa casi en su totalidad en nuestro país, por lo tanto es atractivo y necesario experimentar la utilización de harinas compuestas panificables que tengan características aceptables por el consumidor, similares a las del pan de harina de trigo. Entre estos sustitutos del trigo en las hari-

nas compuestas se ha pensado en la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) por ser un cultivo nativo con un alto contenido de almidón, y un tubérculo conocido tradicionalmente y trabajado con buenos rendimientos por los agricultores venezolanos.

El trigo es un cereal con características únicas para la elaboración del pan y productos pasteleros; es así como, cuando la harina de trigo se mezcla con agua, forma una masa viscoelástica que es capaz de retener el gas producido durante la fermentación panadera. Por lo que elaborar un producto de panificación de otras fuentes amiláceas como la yuca y el maíz con reemplazo parcial del trigo implicaría añadir a estas harinas un sustituto de las propiedades del gluten del trigo, en este sentido se han hecho investigaciones, entre ellas Satín (1988) fabricó pan de harina de yuca utilizando como aditivo goma xantano que le permitió obtener celdas estables y flexibles mejorando la retención de las burbujas de gas carbónico producidas por la fermentación. Guerra y Benedito (1990) utilizaron como aditivo para mejorar la calidad de las harinas débiles el ácido fosfórico y la glicerina, que les permitieron mejorar las propiedades viscoelásticas de las harinas panificables. Recientemente Defloor, *et al.*, 1991 han utilizado para tal fin materiales emulsificantes que se cree que mejora la adhesión del almidón al reducirse su tensión superficial y facilita la producción de burbujas; además del almidón de maíz lo cual se cree que aumenta la viscosidad de la masa.

También, al sustituir la harina de trigo por harina de yuca es necesario utilizar un mejorador proteico, en este sentido la harina del germen desgrasado del maíz, la cual presenta un contenido relativamente alto en proteínas y de fibra (Mosqueda, 1986), la convierte en un atractivo ingrediente potencial para la preparación de harinas compuestas para panificación.

La investigación tuvo como propósito, desarrollar formulaciones que permitan la panificación de harinas compuestas, sustituyendo harina de trigo hasta un 50% por harina de yuca dulce y subproductos del maíz. Evaluar las propiedades reológicas y de panificación de dichas harinas compuestas y determinar la aceptabilidad de los panes elaborados, mediante evaluaciones sensoriales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia Prima

En esta investigación se utilizó una harina de trigo comercial (harina "Blanca Flor", grandes molinos de Venezuela S.A.) del tipo "enriquecida" de un mismo lote de

fabricación y en un tiempo de ensayo de 15 días. La harina de yuca utilizada fue harina de yuca dulce rayada, secada al sol, molida y cernida domésticamente, como único ingrediente y sin ningún aditivo, ni componente enriquecedor. El almidón de maíz empleado fue de una marca comercial ("Maizina Americana") de tipo enriquecido. Otra harina utilizada fue del germen desgrasado del maíz, el cual fue suministrada por una empresa de la zona oriental de Venezuela (MAZORCA).

### Elaboración de las formulaciones ensayadas

Para preparar las muestras de harinas compuestas, objeto de estudio, se tomó como base las reportadas por Defloor *et al.*, 1991. Los porcentajes de harina de trigo fueron variados, desde 100% hasta 50%, diseñándose las formulaciones que se observan en la Tabla 1. Las formulaciones propuestas fueron mezcladas semanalmente, y guardadas a temperatura ambiente en envases de plástico cerrados y en sitios secos, para su posterior ensayo por 15 días, luego de haber transcurrido este lapso de tiempo se procedió a realizar nuevas mezclas y sus respectivos ensayos. Siguiendo este procedimiento por espacio de seis meses.

### Índice de Absorción de Agua (IAA) y Comportamiento Viscoamilográfico

Las mezclas fueron evaluadas en cuanto a las siguientes propiedades: Índice de Absorción de Agua (IAA) según el método modificado de Anderson *et al.*, 1969 y Comportamiento Viscoamilográfico, el cual consiste en registrar continuamente, en un viscoamilograma, la medición de Viscosidad Aparente en Unidades Brabender (UB), utilizando para ello un viscoamilógrafo Brabender modelo Pt-100, de suspensiones de harinas mientras se sometieron a tasas variables de temperatura (desde 30 °C hasta 92 °C, 15 min a 92 °C, luego hasta 55 °C), durante rotación de la taza amilográfica, a razón de 75 rpm, utilizada para la evaluación del comportamiento de las diferentes formulaciones. (Rasper, 1980)

### Retención de Gas

Se tomaron por separado 100 g de cada muestra y se mezclaron con 1 g de sal, 2 g de azúcar, 2,5 g de levadura en pasta y 60-65 mL de agua. Una vez asegurada una distribución uniforme de los ingredientes, la masa formada se colocó en un cilindro graduado de 500 mL. Para luego colocarlo en un baño térmico a 30 °C, midiéndose el aumento de volumen a intervalos de 5 min durante 120 min. (Defloor, *et al.*, 1991).

### Preparación de las muestras de panificación

Se elaboraron panes tipo francés utilizando las seis formulaciones ensayadas (Tabla 1), para ello se mezclaron, con cada una de las harinas compuestas a evaluar, 2 % de azúcar, 1% de sal, 2,5% de levadura fresca y 60-65% de agua, realizando un primer amasado, luego una primera fermentación por 20 min, cubriendo la masa con un paño, moldeado, una segunda fermentación por dos horas y por último el horneado por 15 min a 200 °C. Luego las muestras fueron guardadas en refrigeración por 10 h, para su posterior análisis. Esta metodología se realizó por seis repeticiones.

Tabla 1. Formulaciones de harinas compuestas utilizadas para la elaboración de los panes.

Mezclas de harinas	HT %	HY %	AM %	HGDM %
100/0	100	0	0	0
90/10	90	7	2	1
80/20	80	14	4	2
70/30	70	21	6	3
60/40	60	28	8	4
50/50	50	35	10	5

HT = Harina de trigo

HY = Harina de yuca

AM = Almidón de maíz

HGDM = Harina del germen desgrasado del maíz

### Índice de Firmeza

Para ello se emplearon tres muestras de pan de cada fórmula ensayada, de 10 h de elaboración. Cada rebanada de pan de 4 cm de espesor fue colocada en un medidor de esfuerzo modelo 8232-30, según catálogo Cole-Palmer 1990, a la cual se le aplicó una fuerza necesaria para comprimir una pieza de pan en un 25%, la cual era registrada en el equipo en Libra-fuerza (Lb-f). Esta metodología se realizó por seis repeticiones.

### Evaluación sensorial

Se realizó análisis sensorial mediante la cual se obtuvo información sobre la calidad de los productos de panificación elaborados según las formulaciones estudiadas en cuanto a su textura, esponjosidad, color de la corteza, apariencia y sabor, y se compararon con el control (100% harina de trigo) (Mackey, 1984). La prueba que se aplicó fue de tipo puntos de calificación con

escala hedónica, para lo cual se utilizó 10 panelistas semientrenados. Para escoger esta prueba se tomó como referencia las indicaciones dadas por Mackey (1984) según las cuales, para el problema en estudio en esta investigación, como es: “La selección de nuevas fuentes de materiales para elaborar productos de buena calidad, tan bueno como el tomado de referencia o patrón” se sugiere que el tipo de prueba a realizar es de puntos de calificación con escala hedónica, indicándose igualmente para panelistas semientrenados un número entre 8 y 25; un número de muestras experimentales entre 1 y 18 y el análisis de los datos por medio de análisis de varianza (ANOVA).

### Análisis de los Datos

Para el procesamiento de los datos objetivos se empleó un diseño estadístico de bloques al azar, realizando análisis de varianzas entre bloques y tratamientos, pruebas de diferencias de Bayes al 5%, así como análisis de regresión lineal simple. Para los datos subjetivos se realizaron análisis de varianza para las pruebas de puntos de calificación. Por último, se realizaron análisis de correlación entre las variables objetivas y subjetivas evaluadas en esta investigación. Para ello se utilizaron paquetes de programas estadísticos Statgraphics, así como cálculos manuales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento viscoamilográfico

Un aumento en el contenido de harina de yuca hasta 50% en las mezclas ensayadas provocó, como se ve en la tabla 2, una disminución de la Viscosidad Máxima (VM) de las pastas de las mezclas de harinas compuestas ensayadas, debido posiblemente a que su comportamiento viscoso es un resultado de las interacciones entre el agua y las diferentes fuentes amiláceas presentes en las harinas compuestas. Además, la consecuente disminución del gluten de trigo pudo ser determinante en tal decrecimiento. Rasper (1980) reportó 15% de disminución de VM de las pastas de almidón al sustituir gluten de trigo por una cantidad en masa igual de almidón.

En cuanto a la prueba de promedios de Bayes (5%) para las medidas de Viscosidad Máxima (VM), se observó diferencias significativas entre las muestras con 100% harina de trigo y las demás muestras ensayadas.

Con respecto al Índice de Estabilidad (IE) existe (Tabla 2), una tendencia a la disminución de su valor, a medida que disminuye el contenido de la harina de trigo en las

muestras, lo que pudo indicar decrecimiento progresivo de la estabilidad de las diferentes masas durante la cocción, posiblemente por fragilidad de los gránulos de almidón a los esfuerzos cortantes a los cuales están siendo sometidos durante la experiencia.

Tabla 2. Parámetros viscoamilográficos promedios de las formulaciones ensayadas. Expresados en Unidades Brabender (U.B)

Mezclas %HY/ %HT + otros	VM promedio (UB)*	IE promedio (UB)	IA promedio (UB)	IC promedio (UB)
100/0	305,8 <sup>a</sup>	105,8	276,7	177,5
90/10	289,2 <sup>b</sup>	89,2	220,0	140,0
80/20	277,5 <sup>c</sup>	80,0	192,5	118,3
70/30	260,0 <sup>d</sup>	68,3	185,0	116,7
60/40	230,0 <sup>e</sup>	85,8	233,3	147,5
50/50	205,8 <sup>f</sup>	81,7	191,7	108,3

\*DMSB (5%) = 9,08 UB

VM = Viscosidad Máxima (Pico más alto en el ciclo de calentamiento registrado en el viscoamilograma).

IE = Índice de Estabilidad

IA = Índice de Asentamiento

IC = Índice de Consistencia

Igual tendencia decreciente se observó con el Índice de Asentamiento (IA), lo que evidencia menor retrogradación de las pastas de las formulaciones ensayadas debido a la sustitución del almidón de trigo y a la disminución del contenido de gluten de éstas.

El Índice de Consistencia (IC) también tiende a disminuir, como consecuencia de la sustitución de la harina de trigo hasta un 50%, la cual parece ser la principal responsable de la fuerza del gel durante el estudio viscoamilográfico.

#### Índice de Absorción de Agua (IAA), Retención de Gas (RG) e Índice de Firmeza (IF)

Los valores promedios de las variables objetivas Índice de Absorción de Agua (IAA) y Retención de Gas (RG) de las masas, además del Índice de Firmeza de los panes se observan en la Tabla 3.

El Índice de Absorción de Agua (IAA) aumentó con el incremento de harina de yuca y derivados amiláceos del maíz en las muestras evaluadas, posiblemente esto se debió a que el almidón de yuca y los derivados del maíz

presentan una mayor capacidad de absorción de agua que el almidón de trigo. También, se evidenció una disminución del porcentaje de Retención de Gas (RG) de las masas panificables ensayadas a medida que aumenta el contenido de harina de yuca en las mismas, esto lo explica la disminución de la cantidad de gluten y de almidón de trigo, que son los principales responsables de la capacidad de retener el gas carbónico formado durante la fermentación panadera de las masas de las mezclas estudiadas.

Además se observa en la Tabla 3 que el aumento en la sustitución de harina de trigo por harina de yuca en las masas panificables ensayadas, provoca un incremento del Índice de Firmeza (IF), lo cual presenta una relación inversa con la capacidad de retención de gas de dichas masas.

Tabla 3. Promedio del Índice de Absorción de Agua (IAA) de las harinas, Retención de gas (RG) e Índice de Firmeza (IF) de los panes elaborados con las diferentes formulaciones.

Muestras %HT/ %HY + otros	IAA* g de gel/ g muestra	RG** %	IF*** Lbf
100/0	2,184 <sup>e</sup>	58,68a	5,4f
90/1	2,120 <sup>d</sup>	55,18b	5,93e
080/2	2,285 <sup>c</sup>	49,61c	7,48d
070/3	2,599 <sup>b</sup>	51,42c	8,68c
060/4	2,644 <sup>b</sup>	45,35d	9,78b
050/50	2,707 <sup>a</sup>	35,22e	10,90 <sup>a</sup>

\*DMSB (5%) = 0,055 g gel/ g muestra.

\*\* DMSB (5%) = 2,54 %

\*\*\* DMSB (5%) = 0,42 Lbf

#### Efecto del contenido de harina de yuca y derivados del maíz sobre las variables subjetivas

En cuanto a las variables subjetivas (color de la corteza, textura y sabor) se observó que al realizar las pruebas sensoriales, éstas no arrojaron diferencias significativas entre ninguna de las muestras ensayadas, ni entre los juicios de los catadores al utilizar un panel semientrenado de 10 evaluadores, como se puede ver en la Tabla 4. En esta tabla se reportan diferencias significativas al evaluar las variables subjetivas esponjosidad y apariencia entre las muestras ensayadas. Es de hacer notar que estas diferen-

cias se observaron entre los panes 100% harina de trigo y todas las demás mezclas de harinas compuestas estudiadas, no así entre ellas.

Tabla 4. Resultados de los análisis de varianzas de las variables estudiadas subjetivamente.

Variables	Fuente de variación	F calculado	F tabulado (1%)
Color de la corteza	Catadores	0,65	2,21 <sup>NS</sup>
	Mezclas	1,78	2,37 <sup>NS</sup>
Textura	Catadores	1,09	2,21 <sup>NS</sup>
	Mezclas	0,76	2,37 <sup>NS</sup>
Sabor	Catadores	1,98	2,21 <sup>NS</sup>
	Mezclas	0,34	2,37 <sup>NS</sup>
Esponjosidad	Catadores	1,48	2,21 <sup>NS</sup>
	Mezclas	5,52	2,37*
Apariencia	Catadores	4,26	2,21*
	Mezclas	6,53	2,37*

<sup>NS</sup> No significativamente al 1% de probabilidad.

\* Significativamente al 1% de probabilidad

#### Relación entre las variables subjetivas y objetivas

Al aumentar el contenido de harina de yuca y derivados del maíz en las muestras ensayadas se observó que había una correlación directa entre las variables evaluadas Esponjosidad, Viscosidad Máxima y Retención de Gas, e inversa entre todas ellas y el Índice de Firmeza. Posiblemente al disminuir la viscosidad de las masas, éstas tenían menor capacidad de retener gas, aumentando de esta manera su firmeza y provocando entonces una disminución de la esponjosidad de las muestras de pan. En cuanto a la variable subjetiva textura se observó una correlación directa con el Índice de Firmeza e inversa con respecto a los parámetros viscoamilográficos (Índice de Estabilidad, Índice de Asentamiento e Índice de Consistencia), al ir aumentando el contenido de harina de yuca en las muestras ensayadas. Por consiguiente al disminuir la fuerza del gel durante la cocción de las masas y el grado de retrogradación de los almidones durante el enfriamiento, se aumentó la firmeza en los panes ensayados, catándose esta sensación al evaluar sensorialmente la textura.

#### CONCLUSIÓN

Sustituciones de harina de trigo hasta un 50 % por harina de yuca y derivados del maíz permitió desarrollar productos de panificación con características reológicas y sensoriales aceptables por parte del consumidor.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R., CONWAY H., PFEIFER V., Griffin E. 1969. Gelatinization of Corn Grits by Roll and Extrusion Cooking. *Cereal Science. Today* 14 (1): 4-7
- DEFLOOR, Y., DE GEEST, C., SCHELLEKENS, M., MARTENS, A., DECLOUR, J. 1991. Emulsifiers and/or extruded starch on the production of breads from cassava. *Cereal Chem.* 68(4): 323-327
- GUERRA, M., BENEDITO DE BABER, C. 1990. Uso de aditivos en panificación: Efecto del ácido fosfórico y glicerina sobre las propiedades de las masas y calidad del pan. *Acta Científica Venezolana*. 41, Suplemento 1: 349.
- GILLIAN, E., OMOAKA, P., IHEDIOHA. 1992. Development and evaluation of products from cassava flour as new alternatives to wheaten breads. *Food Agric.* 59: 369-385.
- MACKAY, A. 1984. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Ediciones CIEPE. Serie Manuales. N° 2. 2<sup>da</sup> Edición San Felipe. Venezuela. Pp 58 – 68 , 99 – 102.
- MOSQUEDA, M., M. DE PADUA, M., GUERRA. 1986. Tecnología de cereales y poder sustitutivo . En: Los cereales en el patrón alimentario del venezolano. Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición (CCIAN).
- RASPER, V. 1980. Theoretical aspects of amilographology. *The Amylograph handbook*. Capítulo 1. Pp 1-6.
- SATIN, M. 1988. Bread without wheat. *New. Sci.* Abril 28: 56-59.