

# EFFECTO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ Y DE LA ALBÚMINA DE HUEVO SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS, FUNCIONALES Y NUTRICIONALES DE LAS HARINAS COMPUESTAS A BASE DE YUCA AMARGA DESTINADAS A PANIFICACIÓN

## EFFECT OF CORN STARCH AND EGG ALBUMIN ON THE RHEOLOGICAL, FUNCTIONAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF WHEAT/ BITTER CASSAVA FLOUR BAKING MIXTURES

EDITH SALAZAR DE MARCANO<sup>1</sup>, DIEGO SALAZAR<sup>2</sup> Y ALBA FLEMING<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Cursos Básicos. Departamento de Ciencias. <sup>2</sup>Estudiantes de la Escuela de Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui. Pto. La Cruz. Venezuela. Email: edithsa@mixmail.com

### RESUMEN

Se estudió el efecto del almidón de maíz y la albúmina de huevo sobre las propiedades reológicas, funcionales y nutricionales de harinas compuestas trigo/yuca amarga. La harina de trigo de marca comercial fue sustituida parcialmente por harina de yuca amarga, variando en diferentes proporciones estudiadas la concentración de los aditivos ensayados. Fueron analizados para cada caso el comportamiento viscoamilográfico, la retención de gas y el índice de absorción de agua de las masas por los métodos descritos por Defloor, el índice de firmeza al producto final y el valor nutricional (contenido de proteínas). Los Resultados indican que un aumento en el contenido de almidón de maíz a medida que aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de yuca mejora las características viscoamilográficas de las harinas compuestas en mayor proporción que utilizando como aditivo la albúmina de huevo. En cuanto a la retención de gas y el índice de firmeza se observaron los mejores valores en las masas de harinas compuestas al ir aumentando el contenido de albúmina de huevo, sin embargo en cantidades de 3:2 de albúmina/almidón se observó un efecto sinérgico sobre la retención de gas en las masas ensayadas. La variación en el contenido de proteína es amortiguada en mayor proporción al realizar las sustituciones de harina de trigo hasta en un 50%, cuando se utiliza la albúmina de huevo como aditivo panadero.

PALABRAS CLAVES: Yuca, panificación, aditivos panaderos, maíz, albúmina, harina de yuca, índice de absorción de agua.

### ABSTRACT

The effect of addition of cornstarch and egg albumin on rheological, functional and nutritional properties of wheat/bitter cassava flour mixtures was studied. Wheat flour, from a commercial source, was partly replaced with bitter cassava flour, to prepare mixtures with varying concentrations of additives. Mixtures were tested for viscoamilographic behavior, gas retention, and water absorption index of the doughs by the methods described by Defloor. Final product firmness index and nutritional value (protein content) were also evaluated. Results showed that an increase in cornstarch with increasing wheat flour replacement makes a better contribution to viscoamilographic characteristics of the mixed flours than egg albumin when used as additive. Gas retention and firmness index showed best values in the doughs of mixed flours, by increasing egg albumin content; however, proportions of 3:2 albumin/starch showed a synergistic effect upon gas retention in the assayed doughs. Variation in protein content was lessened in a higher proportion with flour substitutions up to 50% when egg albumin was used as baking additive.

KEY WORDS: Cassava, baking, baking additives, corn, albumin, cassava flour, water absorption index.

### INTRODUCCIÓN

Las harinas compuestas son materias primas producto de la sustitución parcial de la harina de trigo, como ingrediente principal en la elaboración de pan. El uso de las harinas compuestas se presenta, desde el punto de vista económico, como una solución a las

limitantes relacionadas con el cultivo del trigo en Venezuela, así como con la importación del mismo. En este sentido, se han utilizado algunos ingredientes amiláceos en sustitución del trigo tales como: maíz (Satin, 1988), papa dulce Hamed *et al.*, (1973), ñame Hand y Rasper, (1974), yuca (Ciacco y D' Apolonia, 1978).

Para la utilización de las harinas compuestas, obviamente se necesita de ciertos ingredientes que reemplacen las características funcionales únicas del gluten de trigo, para que así prevalezcan las propiedades reológicas y nutricionales características de un buen pan, Quaglia (1991); para ello se ha ensayado con aditivos como: goma xantano, cultivos pregelatinizados Satin, (1988), monoestearatos Defloor *et al.*, (1991), ácido fosfórico, glicerina (Guerra y Benedito, 1990).

En Venezuela el consumo de pan se ha incrementado debido al aumento de la población y a los cambios en los hábitos alimenticios, llegando a representar un alimento primordial en la dieta diaria del venezolano. Siendo el trigo su materia prima, se constituye en uno de los principales suplidores energéticos de nuestra población Mosqueda *et al.*, (1986). Sin embargo, desde el año 1991, todo el trigo que se consume en nuestro país es importado, según se reporta en los anuarios del Ministerio de Producción y Comercio (MPC 2000). Esto hace necesario y atractivo el uso de materias primas nativas menos costosas, como la yuca, que puedan sustituir ampliamente la importación de trigo para la elaboración de pan.

En nuestro país el cultivo de yuca es conocido y trabajado tradicionalmente por los agricultores en forma artesanal, utilizando para su siembra suelos considerados marginales. A pesar de eso, la planta crece y produce abundantes raíces con alto contenido de carbohidratos tan solo con sembrar estacas de la planta y sin mayor preparación del suelo. (Cock, 1990)

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración de productos panificables ha sido estudiada recientemente en investigaciones del CIBIA (Centro de Investigación en Biotecnología Industrial y Alimentos) de la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Salazar y Álvarez, (2001) revelándose que es posible la sustitución de la harina de trigo hasta en un 50% por harina de yuca y aditivos tales como: almidón de maíz y germen desgrasado del maíz. E el presente trabajose estudió el efecto del almidón del maíz (AM) y de la albúmina de huevo (AH) sobre las propiedades reológicas, funcionales y nutricionales de harinas compuestas trigo/yuca amarga con fines panificables, además de presentar como una alternativa, dentro del proceso de elaboración de pan a partir de harinas compuestas que sea económica y aceptable para el consumidor.

Tabla 1. Composiciones ensayadas para estudiar el efecto del AM "O" AH sobre las harinas compuestas. (Proporciones (%))

	Tratamientos (HT/HY/AM/AH)	Harina de trigo (HT)	Harina de yuca (HY)	Almidon de maíz (AM)	Albumina de huevo (AH)
Primera condicion	100/0/0/0	100	0	0	0
	90/7/3/0	90	7	3	0
	80/14/6/0	80	14	6	0
	70/21/9/0	70	21	9	0
	60/28/12/0	60	28	12	0
	50/35/15/0	50	35	15	0
Segunda condicion	100/0/0/0	100	0	0	0
	90/7/0/3	90	7	0	3
	80/14/0/6	80	14	0	6
	70/21/0/9	70	21	0	9
	60/28/0/12	60	28	0	12
	50/35/0/15	50	35	0	15

Tabla 2. Composiciones ensayadas para estudiar el efecto del AM “Y” AH sobre las harinas compuestas (Proporciones en %)

Tratamiento (HT/HY/AM/AH)	Harina de trigo (HT)	Harina de yuca (HY)	Almidon de maiz (AM)	Albumina de huevo (AH)
50/35/15/0	50	35	15	0
50/35/11,25/3,75	50	35	11,25	3,75
50/35/7,5/7,5	50	35	7,5	7,5
50/35/3,75/11,25	50	35	3,75	11,25
50/35/0/15	50	35	0	15

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima

Para la preparación de las diferentes formulaciones estudiadas se empleó: harina de trigo de una marca comercial del tipo enriquecida para todo uso, de un mismo lote de fabricación; harina de yuca amarga variedad Bonifácea, traída de Barbacoa estado Sucre, ésta fue rayada, prensada, secada y molida; almidón de maíz de una marca comercial del tipo enriquecida y albúmina de huevo extraída en forma manual de huevos de gallina de marca comercial.

### Elaboración de las formulaciones a ensayar

Para preparar las mezclas de harinas compuestas con el objeto de estudiar los aditivos almidón de maíz y albúmina de huevo en forma discreta (“O”), los porcentajes de harina de trigo fueron variados, desde 100% hasta 50% de la masa total, siendo la cantidad restante correspondiente a una mezcla de harina de yuca con almidón de maíz o con albúmina de huevo, según el caso a estudiar, (tabla 1) y en forma conjunta (“Y”), se fijó la cantidad de harina de trigo-yuca con máxima sustitución, correspondiendo el contenido restante de aditivos en distintas proporciones (Tabla 2).

### Evaluación de las mezclas de harinas compuestas

**A.- Índice de Absorción de agua:** (según método modificado de Anderson, 1992): Se tomó 1 g de muestra y se disolvió en 10 ml de agua destilada en un tubo de centrifugación, se colocó en un baño térmico con agitación a 30 °C durante 20 min. Luego se centrifugó a 2000 rpm durante 5 min. Se desechó el sobrenadante utilizando el gel para el cálculo del IAA.

**B.- Comportamiento Viscoamilográfico:** Se tomaron 50 g de muestra y se disolvieron en 450 ml de agua, se transfirió la suspensión a la taza amilográfica la cual se acopla al equipo, que consiste en un viscoamilógrafo Brabender modelo Pt-100 con controlador automático, se fijaron las condiciones de funcionamiento y se puso en marcha el ciclo programado, previamente en el controlador automático, que consistió en calentar la muestra hasta 92 °C, mantener por 15 min a 92 °C y dejarlo enfriar hasta 55 °C. Todos los cambios de la viscosidad de la suspensión se registraron en un viscoamilograma y los resultados se expresaron en Unidades Brabender (UB).

### Evaluación de los panes elaborados con las mezclas de harinas estudiadas

**A. Retención de gas:** Se prepararon 200 g de masa panificable de harina compuesta a ensayar y se introdujo

en un cilindro graduado de 500 ml. Luego se midió el aumento de volumen a intervalos de 5 minutos durante 120 min. a temperatura ambiente (Defloor *et al.*, 1991).

**B. Índice de Firmeza:** Se prepararon panes con las diferentes mezclas de harinas compuestas a ensayar. Luego a cada pieza de pan le fue cortada una rebanada de 4 cm de ancho y colocada en el medidor de esfuerzo donde se le aplicó una fuerza necesaria para comprimirla en un 25%, la cual fue registrada por el equipo en unidades de libra-fuerza (lbf). (Defloor *et al.*, 1991)

**C. Valor Nutricional:** Este se midió en función al contenido de proteínas utilizando el método Biuret. Para ello se preparó una curva de calibración, Transmitancia vs contenido de proteínas utilizando como patrón la albúmina de suero de bovino. Seguidamente se midió la transmitancia de las muestras ensayada utilizando un fotocolorímetro Spectronic 20, y con la ayuda de la curva de calibración se determinó el contenido de proteínas de dicha muestra.

### Diseño experimental

Para el análisis de los datos obtenidos, se empleó un diseño estadístico de bloques al azar. Fueron seleccionadas tres variables independientes (proporción harina de trigo/harina de yuca, contenido de almidón de maíz y contenido de albúmina de huevo) para un total de cincuenta y seis (56) experimentos con cuatro (4) repeticiones para cada uno de los catorce (14) tratamientos. El diseño fue completamente aleatorio ya que las muestras experimentales fueron escogidas al azar para cada formulación estudiada. Una vez realizados los análisis de varianza para cada característica estudiada, los datos fueron evaluados mediante pruebas de diferencias mínimas significativas de Bayes al 5% de probabilidad, con lo que se pudo seleccionar los mejores tratamientos mediante la diferencia entre las medias de las poblaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según se observa en la gráfica 1, la viscosidad máxima (VM) y el índice de asentamiento (IA) en las muestras estudiadas de harinas compuestas aumentaron a medida que se fue incrementando la proporción de harina de yuca y almidón de maíz en las mezclas, posiblemente pudo deberse a la capacidad de absorción de agua de los almidones presentes, que luego bajo la acción del calor aumentaría irreversiblemente hasta alcanzar la gelatinización (60–70°C), según Rasper (1980) esto acrecentaría la viscosidad por el roce entre los gránulos de almidón al incharse, relacionándose esto con los

valores reportados para el IA. Con el uso de la albúmina de huevo en las mezclas se observó una disminución de la viscosidad máxima y del Índice de Asentamiento posiblemente a que las propiedades emulsificantes de las proteínas de la albúmina de huevo, retardaron el grado de gelatinización y solubilización de los almidones presentes en las muestras ensayadas. Al ensayar los dos aditivos en conjunto en las mezclas se observó una disminución de la VM y el IA a medida que aumentó el contenido de albúmina de huevo en las proporciones estudiadas, sin embargo se evidenció un efecto sinérgico de los aditivos en el tratamiento 50/35/7,5/7,5, al presentarse menor caída del valor de VM. Con respecto al Índice de estabilidad (IE) se observa un incremento en sus valores al utilizar cualquiera de los dos aditivos ensayados ya sea en forma discreta o conjunta, posiblemente a un aumento progresivo de almidones en las mezclas. El Índice de Consistencia (IC) disminuyó al ensayar con cualquiera de los dos aditivos en conjunto o discreto, posiblemente esto se debió al incremento de harinas con alto contenido de almidón con menores proporciones de amilosa, responsable en gran manera con la tendencia a la retrogradación y ligado íntimamente con el IC. González, (1994) al realizar estudios viscoamilográficos similares en muestras de almidón nativo y extruido de yuca reportó valores semejantes en IA e IE que las obtenidos para la máxima sustitución de harina de trigo en esta investigación.

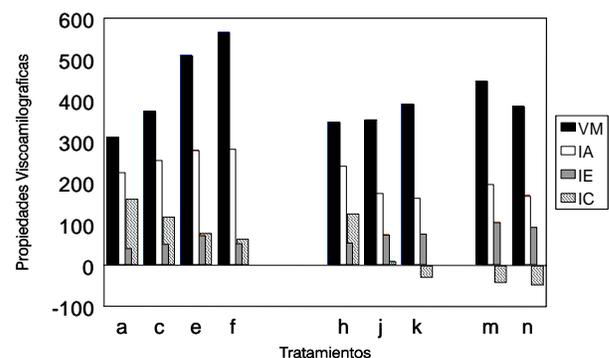


Gráfico 1. Comportamiento viscoamilográfico de las mezclas estudiadas

Con respecto al Índice de Absorción de Agua (IAA) y Retención de Gas (RG) se observa en la gráfica 2, una disminución de sus valores reportados cuando se utiliza la albúmina de huevo en progresiva proporción en las formulaciones, no así con el almidón de maíz que por el contrario tiende a aumentar levemente sus valores de IAA al incrementar su contenido en las muestras ensayadas, esto pudo deberse por una parte, al efecto emulsificante de la albúmina de huevo y por otra al aumento de almidones

con alto contenido de amilopectinas en las mezclas y a la disminución del contenido de harina de trigo y en consecuencia al gluten, principal factor responsable de la retención del gas carbónico en el proceso de panificación (Salazar y Álvarez, 2001).

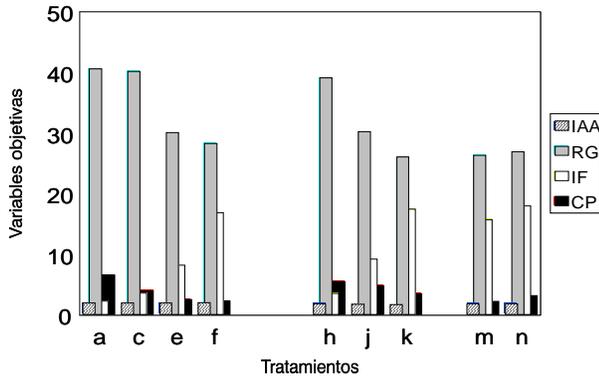


Gráfico 2. Comportamiento de variables objetivas de las mezclas estudiadas

- IAA: Índice de Abs. de Agua.
- RG: Retención de Gas
- IF: Índice de Firmeza
- CP: Contenido de proteínas

A medida que se sustituyó la harina de trigo por harina de yuca amarga se observaron incrementos en el índice de firmeza (Ver tabla 3), hecho este relacionado con los valores reportados de reducción en la retención de gas. Sin embargo el uso del almidón de maíz como aditivo en las mezclas ensayadas pudo de alguna manera amortiguar el aumento del IF al ir incrementando el contenido de harina de yuca, posiblemente debido a que el almidón de maíz pudo mejorar la elasticidad de las masas, resultando un pan con una miga menos compacta y menos resistencia a la compresión. Salazar y Álvarez (2001) reportan resultados similares en ensayos semejantes.

En el valor nutricional, expresado como contenido de proteínas en las piezas de pan, comparándolos con los reportados por el Instituto Nacional de Nutrición (INN 1990), se observó un decrecimiento a medida que disminuyó el contenido de harina de trigo en las distintas formulaciones. Sin embargo, la albúmina de huevo actuó como un mejorador proteico al influir en una disminución menos drástica de los valores de proteína al ir aumentando el porcentaje de harina de yuca en las muestras estudiadas. Utilizando ambos aditivos se observa que el mayor contenido de proteínas en las muestras se obtiene al utilizar la mayor proporción de albúmina de huevo (Tabla 3).

Tabla 3. Promedio de las características evaluadas para cada tratamiento ensayado

Tratamiento	VM	IA	IE	IC	IAA	RG	IF	CP
A	312,2	225,9	41,3	161,4	2,03	40,7	2,4	6,65
B	342,1	252,4	35,6	150,4	1,96	47,8	3,3	5,04
C	374,7	255,1	51,4	117,7	2,03	40,3	3,7	4,08
D	418,8	262,7	59,7	103,5	2,09	35,7	6,65	2,71
E	509,8	274,5	72,5	78,4	2,04	30,1	8,25	2,63
F	565,9	282,9	53,3	64,6	2,08	28,4	16,95	2,39
G	358,4	248,7	46,9	137,4	1,97	39,9	3,1	7,24
H	348,3	241,6	55,5	125,6	1,90	39,2	3,65	5,62
I	329,5	206,9	54,8	80,3	1,89	35,1	6,8	5,04
J	354,1	175,1	74,9	10,1	1,83	30,3	9,3	4,88
K	391,9	163,5	76,9	-30,6	1,80	26,1	17,6	3,60
L	568,1	244,5	101,2	-29,3	1,95	29,9	17,45	1,97
M	447,6	197,6	105,1	-43,3	1,89	26,4	15,80	2,30
N	386,1	168,7	93,3	-47,9	1,88	26,9	14,1	3,28

**Tratamientos:**

Trigo/yuca/AM/AH

- a - 100/0/0/0
- b - 90/7/3/0
- c - 80/14/6/0
- d - 70/21/9/0
- e - 60/28/12/0
- f - 50/35/15/0
- g - 90/7/0/3
- h - 80/14/0/6
- i - 70/21/0/9
- j - 60/28/0/12
- k - 50/35/0/15
- l - 50/35/11,25/3,75
- m - 50/35/7,5/7,5
- n - 50/35/3,75/11,25

**Características evaluadas:**

- Viscosidad Máxima (VM) en UB
- Índice de Estabilidad (IE) en UB
- Índice de Consistencia (IC) en UB
- Índice de Asentamiento (IA) en UB
- Retención de gas (RG) en %
- Índice de Absorción de agua (IAA) en g de gel/ g muestra
- Índice de Firmeza (IF) en Lbf
- Contenido de proteínas (CP) en %

## CONCLUSIONES

El uso del almidón de maíz como aditivo panadero mejoró las características reológicas de las harinas compuestas, al ir sustituyendo la harina de trigo por la harina de yuca amarga en las muestras ensayadas.

La albúmina de huevo se puede considerar como un buen mejorador proteico en las muestras de harinas compuestas trigo-yuca evaluadas.

Se observa un efecto sinérgico entre la albúmina de huevo y el almidón de maíz sobre las propiedades de panificación en las muestras elaboradas con las harinas compuestas estudiadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R. 1992. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chemistry*. 59 (4): 265-269.
- CIACCO, E. & D'APOLONIA, M. 1978. Baking studies with cassava and yam. II Rheological and baking studies of tuber-wheat flour blends. *Cereal Chem.* 55: 423 - 425.
- COCK, J. 1990. La yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional. CIAT. Cali. Colombia.
- DEFLOOR, I.; DE GEEST, C.; SHELEKENS, M.; MORTENS, A. & DELCOUR, J. 1991. Emulsifiers and/or extruded starch on the production of breads from cassava. *Cereal Chemistry*. 68 (4): 323-327.
- GONZÁLEZ, Z. 1994. Comportamiento amilográfico del almidón de yuca sometido a cocción por extrusión. Trabajo presentado en el IX encuentro de productores e investigadores de la yuca. Pariaguán. Estado Anzoátegui. Venezuela. 14 de Marzo.
- GUERRA, M. Y DE BARBER BENEDITO. 1990. Uso de aditivos en panificación. Efecto del ácido fosfórico y glicerina sobre las propiedades reológicas de las masas y calidad del pan. *Acta Científica Venezolana*. 41, suplemento 1:349
- HAMED, M. 1973. Effect of adding sweet potato flour on physical dough properties and baking. *Cereal Chem* 50: 140 – 146
- HAND, P. & RASPER, W. 1974. The effect of nonstarchy polysaccharides from milled flours on the rheological behavior of wheat doughs. *Cereal Chem.* 51: 734 – 750
- INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN (INN). 1990. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. MSAS. Venezuela.
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y COMERCIO. 2000. Anuario estadístico Agropecuario. Disponible en: <http://www.platino.gov.ve/MAC/INDICE-P-HTML>.
- MOSQUEDA, M.; DE PADUA, M. Y GUERRA, M. 1986. Tecnología de cereales y poder sustitutivo. En: los cereales en el patrón alimenticio del venezolano. Comisión coordinadora de investigaciones en alimento y nutrición. (CCIAN)
- QUAGLIA, G. 1991. Ciencia y tecnología de la panificación. Editorial Acribia. España.
- RASPER, V. 1980. Theoretical aspects of amylographology. *The Amylograph Hand Book*. Shey, W. C. Y Tipples, K. H. Editores. The American Association of Cereal Chemists. USA. Capítulo I, pp 1-6.
- SALAZAR, E. Y ÁLVAREZ, L. 2001. Características objetivas y subjetivas en la evaluación de panes elaborados con harinas compuestas de trigo (*Triticum vulgare*), yuca dulce (*Manihot esculenta*) y subproductos amiláceos del maíz (*Zea mays*). *SABER*. 13(1): 50-54
- SATIN, M. 1988. Bread without wheat. *New Sci*. Abril 28: 56-59.