



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2 (1): 073-084. Enero-Junio, 2011
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2011. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Elaboración de una pasta de harina compuesta utilizando sémola e hidrolizado de germen desgrasado de maíz (*Zea mays* L.)

Preparation of a composite flour pasta using semolina and hydrolysate of defatted corn germ (*Zea mays* L.)

Eumelia **Gómez**^{1*}, Marisa **Guerra**², Julio **Arias**¹, Dicson **Mujica**¹, Francisca **Guerrero**³

¹Fundación Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (Fundación CIEPE). Zona Industrial Agustín Rivero, Municipio Independencia, Apartado 100, San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela.

Teléfonos: 0058-0254-2313392 / 2319811. Fax: 0058-0254-2319322.

²Universidad Simón Bolívar. Apartado 89000, Baruta, Caracas, 1080-A, Venezuela.

Tel.: 0058-212-9063976. Fax: 0058-212-9063971.

³Universidad Politécnica de Madrid. España. Tel.: 0034-913365692.

*Autora para correspondencia: eucrigomez@hotmail.com

Aceptado 11-Mayo-2011

Resumen

El germen desgrasado de maíz subproducto de la extracción del aceite, presenta niveles altos de carbohidratos, proteína, fibra y palatabilidad poco agradable, que mejora al hidrolizarlo, aumentándose la disponibilidad de sus componentes, para obtener un ingrediente potencial en la preparación de alimentos. El objetivo del trabajo fue utilizar el hidrolizado para sustituir parcialmente la sémola de trigo *durum*, y obtener una harina compuesta para elaborar una pasta larga, nutritiva y aceptable sensorialmente. El germen desgrasado hidrolizado enzimáticamente, se deshidrató por atomización y se elaboraron tres formulaciones sustituyendo la sémola de trigo *durum* por el hidrolizado en 10 %, 15 % y 20 %. Se midieron parámetros de cocción, evaluaciones físicas, químicas, microbiológicas,

nutricionales y sensoriales, utilizando metodologías oficiales nacionales e internacionales. Con la sustitución disminuyeron el tiempo de cocción, el volumen y los sólidos disueltos. Los atributos evaluados olor, sabor y color señalaron que la mejor pasta fue la sustituida en 10 % ($p \leq 0,05$). Los valores de proteína 12,8 % y de carbohidratos 84,10 %, fueron semejantes a la pasta de sémola de trigo *durum*. Los niveles de fósforo, hierro y magnesio (400 mg/100 g, 3,49 mg/100 g, 118,47 mg/100 g) y el aporte energético (394 kcal/100 g) fueron mayores. La estabilidad microbiológica indicó que el producto sustituido con 10 %, se mantiene apto para el consumo durante 2 meses. Se concluye que es factible el uso del hidrolizado en un 10 % de sustitución en la elaboración de pasta larga, con alta aceptabilidad.

Palabras claves: elaboración de pasta, germen de maíz, harina compuesta, hidrolizado, sémola de trigo *durum*.

Abstract

Defatted corn germ is a by-product of the extraction of oil, with high levels of carbohydrates, protein, fiber and low palatability, would improve hydrolyzed, increasing the availability of its components, for a potential ingredient in food preparation. The objective of the work was using the hydrolysate to partially replace the *durum* wheat semolina, and obtain a composite flour to make a pasta long, nutritious and sensorially acceptable. The defatted corn germ enzymatically hydrolysed was dehydrated by spray drying; three formulations were made substituting the *durum* wheat semolina with 10 %, 15 % and 20 % of the hydrolysate. Cooking parameters were measured and physical, chemical, nutritional and sensorial evaluations were carried out. With the substitution, the cooking time, the volume and the dissolved solids decreased. The attributes of smell, taste and color evaluated indicate that the best pasta was replaced by 10 % ($p \leq 0.05$). Values 12.8 % protein and carbohydrates 84.10 % were similar to the *durum* wheat semolina pasta. Phosphorus, iron and magnesium levels (400 mg/100 g, 3.49 mg/100 g, 118.47 mg/100 g) and energy supply (394 kcal/100 g) were higher. Microbiological stability indicated product with 10 % it is suitable for consumption for 2 months. The feasibility of use the hydrolysed in 10 % of substitution in the development of long pasta, with high acceptability is concluded.

Key words: composite flours, corn germ, *durum* wheat semolina, hydrolysed germ, preparation of pasta.

INTRODUCCIÓN

El término de harinas compuestas fue creado en 1964 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), al reconocer la necesidad de buscar una solución para los países no productores de trigo y las define, como mezclas elaboradas para producir alimentos a base de éste cereal como pan,

pastas y galletas. Estas harinas pueden prepararse con otras fuentes de origen vegetal, y pueden o no contener harina de trigo. Venezuela es un país importador de trigo, por lo tanto es importante considerar la posible sustitución parcial del mismo con otras materias primas, como leguminosas, tubérculos y/o sub-productos como el germen de maíz (GM) (Torres *et al.*, 2007). Éste se obtiene del proce-

samiento industrial del maíz y se usa en la extracción de aceite, generándose así un residuo conocido como germen desgrasado de maíz (GDM), rico en proteínas, minerales, carbohidratos y fibra dietética (Guerra *et al.*, 1998). Esto lo convierte en un atractivo y potencial ingrediente para la preparación de harinas compuestas. Sin embargo, su alto contenido en fibra y palatabilidad poco agradable no garantiza una buena aceptabilidad, lo cual podría ser corregido a través de una hidrólisis. Gómez *et al.* (2008) obtuvieron un hidrolizado de germen desgrasado de maíz (HGDM), donde mejoraron las propiedades nutricionales, funcionales y la digestibilidad. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo fue utilizar el HGDM para sustituir parcialmente la sémola de trigo *durum* (STD) en el desarrollo de una pasta, nutricionalmente semejante a la de trigo y aceptable sensorialmente. En Venezuela la pasta que más se produce es la de 100 % sémola (UPA, 2004) y constituye un alimento de alto consumo, ocupando el tercer lugar entre los productos de la cesta básica (Mercado y Lorenzana, 2000), esto origina grandes importaciones, por lo que es relevante tratar de disminuirlas, utilizando materias primas de producción nacional, como sería en este caso el GDM. En el país este sub-producto se ha utilizado previo tamizado en pequeñas cantidades, para elaborar diferentes productos como: panes, arepas (Mosqueda *et al.*, 1986) y pastas cortas (Lucisano *et al.*, 1984; Torres *et al.*, 2009), pero no hay experiencias con pastas largas, ni con el uso del sub-producto hidrolizado por vía enzimática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ingredientes de las pastas y preparación del hidrolizado

El germen desgrasado de maíz fue obtenido en una empresa productora de aceite de maíz, ubicada en el centro del país. Se

realizó el muestreo, siguiendo los principios generales establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) en su norma 612:82 (COVENIN, 1982). En total fueron muestreados 2030 kg de residuo conformado en cinco sub-lotes. El hidrolizado fue preparado empleando la metodología y las condiciones descritas por Gómez *et al.* (2008), mediante hidrólisis enzimática. Se utilizaron enzimas α -amilasas, celulasas y proteasas de marca Sigma-Aldrich (USA) adquiridas en Celtek Tecnologías, C. A. (Caracas, Venezuela). Para la preparación del hidrolizado, el GDM fue molido en un molino pulverizador (marca Alpine, modelo 160 Z, Augsburg, Alemania), aspirado a través de un aspirador marca Grainman (modelo 63-115-60-VS) y tamizado a través de un tamiz N° 14 de 1,41 mm de abertura (Fisher Scientific Company, L. L. C., Pittsburgh, PA, USA); luego se hidrolizó y fue secado por atomización (4,6 % humedad) en un Niro Atomizer, tipo F-11BAA06, serial 1105 (GEA Niro, Søborg, Dinamarca) obteniendo el hidrolizado de germen desgrasado de maíz (HGDM). La pasta comercial elaborada con 100 % de sémola de trigo duro (STD) (considerada como pasta control), los huevos y la sémola utilizada, se compraron en el comercio local y el empaque de polipropileno de 20 μ m de espesor utilizado para la pasta fue donado por una empresa nacional.

Elaboración y evaluación de las pastas

Se sustituyó la STD por 10 %, 15 % y 20 % (P10, P15, P20) del HGDM, para preparar la harina compuesta. En el Cuadro 1 se presenta la composición porcentual de los ingredientes utilizados en la preparación de las pastas con las harinas compuestas.

Los pasos operacionales del proceso seguido a escala piloto fueron: pesado, mezclado en una mezcladora HOBART, mode-

Cuadro 1.- Ingredientes utilizados en la elaboración de las pastas con harinas compuestas.

Ingredientes (g/100 g)	P10 (%)	P15 (%)	P20 (%)
Agua	23,00	23,00	23,00
Yema de huevos	3,00	3,00	3,00
Harina hidrolizada de GDM	7,40	11,10	14,80
Sémola de trigo <i>durum</i>	66,60	62,90	59,20

P10: pasta larga tipo cinta con 10 % de HGDM. P15: pasta larga tipo cinta con 15 % de HGDM. P20: pasta larga tipo cinta con 20 % de HGDM. GDM: germen desgrasado de maíz.

lo A200 (Hobart Corporation, Troy, OH, USA), amasado (Fig. 1A), moldeado manual (Fig. 1B), cortado tipo cintas (tiempo 15', temperatura de la masa 28 °C, humedad de la masa 31 %) (Fig. 1C), secado (tiempo 8 h; temperatura y humedad relativa del secador 33,5 °C y 51 %, respectivamente) en un secador PAVAN, modelo 13256 (Pavan Srl, Galliera Venetta, Padova, Italia) (Fig. 1D) y empacado en bolsas de polipropileno de 250 g.

Para la evaluación de las pastas, los índices de absorción de agua (IAA) y de solubilidad en agua (ISA) se realizaron de acuerdo al método de Anderson (1982). La cocción de las pastas se llevó a cabo en agua hervida empleando la relación 1:10 (pasta:agua) de acuerdo al procedimiento descrito por Menger (1979) (con adición de aceite y sal), durante 3, 4 y 5 minutos. Se realizaron pruebas de tiempo de cocción, aumento de volumen y sólidos disueltos, utilizando los métodos 66-50 de la AACC (2004), humedad y acidez de acuerdo a las normas venezolanas COVENIN 1553:80 (COVENIN, 1980) y 1787:81 (COVENIN, 1981), respectivamente. Los análisis de color fueron realizados utilizando un colorímetro marca HunterLab, modelo ColorFlex® (espacio de color Hunter L,a,b). Para la evaluación sensorial de las pastas (P10, P15, P20) se utilizó la metodología ISO (2005), con un panel experto de quince personas, conformado por profesionales y técnicos de la Fundación CIEPE, con edades comprendidas entre 30 y 40 años, aplicando una prueba de

preferencia, midiendo en una escala hedónica del 1 al 9, donde 1 indicó 'me desagradó muchísimo' y 9 'me gusta muchísimo', para evaluar los atributos de color, olor y sabor (la pasta fue cocida al dente y sin aderezo). Además, evaluando los mismos atributos se aplicó una prueba de aceptabilidad de acuerdo al estándar ISO (2003) para verificar cual fue la pasta que más gustó y seleccionarla para análisis posteriores. En la P10, se realizaron por triplicado los análisis proximales, de almidón, fibra dietética y minerales (P, Fe, Mg y Ca), mediante los métodos recomendados por la AOAC (2005). El valor energético se calculó utilizando los coeficientes de Atwater (Nielsen, 1994). Las determinaciones de coliformes totales, aerobios mesófilos, mohos y levaduras se llevaron a cabo utilizando el compendio de métodos de análisis microbiológicos de la APHA (2001). La estabilidad microbiológica de la P10 se realizó según el método de Labuza y Riboh (1982). La evaluación estadística de los resultados obtenidos, se realizó utilizando una hoja de cálculo bajo el programa de Microsoft® Office Excel, versión 2007 (Microsoft® Corporation, Redmond, WA, USA) y aplicando la metodología 5725-2 de la ISO (1994). Para establecer diferencias significativas entre muestras se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA), con posterior comparación de medias (test de Duncan) usando el programa estadístico StatView (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). El nivel de significancia empleado para todos los análisis estadísticos fue $p \leq 0,05$.



A) Mezclado y amasado de los ingredientes. B) moldeado manual de la masa. C) cortado manual de la pasta alimenticia tipo cinta. D) disposición de la pasta alimenticia en los estantes para el secado.

Figura 1.- Pasos operacionales involucrados en la elaboración de las pastas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del hidrolizado y de la sémola

La caracterización del hidrolizado y de la sémola para la preparación de la pasta se basó en la capacidad para absorber y solubilizarse en agua, debido a que estas

propiedades influyen en su calidad. Los resultados de los análisis de IAA obtenidos para el HGDM y la STD fueron 2,54 g/g y 1,75 g/g y los de ISA 44,83 % y 7,65 % respectivamente, lo que indicó que el hidrolizado tuvo valores mayores que la sémola. El IAA obtenido, es semejante al indicado en harinas compuestas de germen de maíz con harina de endospermo por Hernández

et al. (1999), quienes también encontraron índices de solubilidad bajos (2,34 a 2,86 %). Guerra *et al.* (1998) informaron valores de ISA de 2,92 % para el germen desgrasado de maíz y para la fracción gruesa (11,9 %) y fina 3,27 %, lo que permite deducir que la hidrólisis mejora considerablemente la solubilidad.

La alta solubilidad del hidrolizado dificulta su uso en las pastas en elevadas proporciones, ya que no permite la formación de una masa, de manera que el farinógrafo no logra medir su resistencia al amasado. Por lo tanto, se fijó como máximo un 20 % de sustitución para la preparación de las pastas.

Parámetros de calidad de las pastas

El Cuadro 2 muestra parámetros de calidad de las pastas preparadas con las harinas compuestas. El contenido de humedad de las tres muestras preparadas con harinas compuestas fue similar, pero mayores a la de sémola, lo que indica que el hidrolizado aumenta la humedad, ya que a mayor porcentaje de sustitución este parámetro se eleva, presentando diferencias significativas entre los tres tipos de pasta y de estos con la de sémola ($p \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos de acidez presentaron contenidos similares (no significativos, $p \geq 0,05$), pero menores a la sémola, lo que indica que el agregado del hidrolizado disminuyó la acidez (en un 25 % aproximadamente) en relación al valor de la pasta de STD.

En el resultado de los tiempos de cocción se observaron diferencias, estos disminuyen en comparación con la pasta de STD, cuando se cocinan para lograr un producto al dente. Granito *et al.* (2003), elaboraron pastas con harinas compuestas (sémola - almidón de yuca - harina de frijol - harina de germen desgrasado de maíz) encontrando que el tiempo de cocción fue menor en las pastas preparadas con las harinas

compuestas al compararlas con pasta de 100 % sémola, y todos los valores fueron mayores (11 min) que los encontrados en este trabajo. La pasta identificada como P20 presentó el mayor tiempo entre las 3 muestras estudiadas, pero fue aproximadamente la mitad del tiempo de la pasta 100 % STD, posiblemente debido a que durante la extracción del aceite y luego al evaporar el exceso de solvente hay un tratamiento térmico que provoca la precocción del GDM, además de las temperaturas utilizadas durante la hidrólisis enzimática, las cuales pueden producir la gelatinización de los almidones, permitiendo que la cocción sea más rápida.

Los incrementos de volumen observados fueron menores a los obtenidos para pasta con 100 % de STD, estos valores concuerdan con los señalados por Buckle y Cabrera (1981), quienes indican que el incremento del volumen fue muy bajo (1,7 mL/g) en pastas donde se utilizó una mezcla de harina precocida de maíz opaco y sémola de trigo (50/50). Por lo tanto, esta disminución en las muestras, está asociada a la sustitución parcial de la sémola por el HGDM. Se podría inferir que el almidón gelatinizado de estas pastas se hidrató, pero la matriz proteica no es lo suficientemente fuerte para retener toda el agua y expandirse, ya que se ha indicado que la sustitución de sémola por otras harinas debilita la red proteica del gluten (Granito *et al.*, 2003). Con relación al incremento de volumen para las muestras sustituidas con el hidrolizado, no se observó diferencias entre ellas ($p \geq 0,05$), pero si con la pasta de sémola ($p \leq 0,05$).

Los valores de sólidos disueltos indican que hubo una disminución de estos en las pastas elaboradas con harinas compuestas, respecto a la de sémola ($p \leq 0,05$), la cual se puede atribuir al porcentaje de sustitución de la sémola por el hidrolizado de germen desgrasado de maíz, ya que se altera la proporción de las proteínas en la sémola y posiblemente se produce una matriz más entrelazada que evita la difusión de los

Cuadro 2.- Parámetros de calidad en las pastas elaboradas con las harinas compuestas.

Parámetros	Pasta			
	P10	P15	P20	STD
Humedad (%)	12,90 ^a	13,62 ^b	13,87 ^c	11,04 ^d
Acidez (%)	6,06 ^a	6,10 ^a	6,14 ^a	8,00 ^b
Tiempo de cocción (min)	3	4	5	9
Incremento de volumen (mL/g)	1,19 ^a	1,12 ^a	1,11 ^a	2,90 ^b
Sólidos disueltos (mg/mL)	5,65 ^a	4,85 ^b	4,18 ^c	7,40 ^d

P10: pasta larga tipo cinta con 10 % de HGDM. P15: pasta larga tipo cinta con 15 % de HGDM.

P20: pasta larga tipo cinta con 20 % de HGDM. STD: pasta de sémola de trigo *durum*.

Letras diferentes en una misma fila indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

sólidos al agua de cocción. Entre las pastas preparadas con harinas compuestas también hubo diferencias significativas, resultando menor el de la pasta con mayor nivel de sustitución (P20). La pérdida de sólidos disueltos no es deseable, porque es producida por la solubilidad de compuestos como almidones, proteínas y minerales los cuales pasan al agua de cocción, asimismo esta pérdida de sólidos ocasiona que las pastas pierdan su forma si son dejadas más tiempo sumergidas en agua caliente. De acuerdo a lo señalado por Doxastakis *et al.* (2007), las pérdidas de sólidos disueltos durante la cocción son atribuidas al efecto de dilución que ejerce el ingrediente que reemplaza a la sémola, en la fuerza del gluten y en el debilitamiento de la estructura total de la pasta. Este efecto no fue observado en el presente trabajo, ya que en las pastas elaboradas con harinas compuestas con hidrolizado, este evita la pérdida de sólidos, probablemente porque el almidón de estas pastas se hidrató formando un gel compacto, produciéndose menos solubilización porque la matriz proteica y de almidón, impide la salida de sólidos al agua de cocción.

Evaluación del color en las pastas

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la medición instrumental de color en las pastas. Se observa que hubo diferencias significativas en las muestras ($p \leq 0,05$), siendo la más clara la muestra de mayor sustitución P20. El mayor porcentaje de sustitución del hidrolizado, está asociado al incremento de la luminosidad entre las muestras, ya que al hidrolizar el germen se hace más claro, lo que se refleja en la luminosidad de la pasta (P20) con el mayor porcentaje de sustitución y en los índices amarillo (b) y rojo (a), los cuales fueron menores en la pasta con mayor sustitución. Un comportamiento diferente fue observado por Lucisano *et al.* (1984) al utilizar GDM para elaborar pasta corta. Estos autores observaron que al sustituir la sémola por harina de GDM (10 %, 20 %, 30 %) sin ningún tratamiento químico o enzimático, el color de los macarrones fue afectado. En general a medida que aumentaba la sustitución (30 %) el color fue más oscuro (L: 35,8), mas rojo (a: 3,4) y menos amarillo (b: 21,2). El color del GDM varía de acuerdo al proceso de obtención, debido a que al extraer el aceite o evaporar el solvente se aplican diferentes tratamientos térmicos que pueden producir reacciones de oscurecimiento (Granito *et al.*, 2003).

Cuadro 3.- Evaluación del color en pastas elaboradas con las harinas compuestas.

Parámetros de color	Muestra		
	P10	P15	P20
L	77,69 ^a	76,11 ^b	83,16 ^c
a	2,93 ^a	3,25 ^b	1,54 ^c
b	18,76 ^a	19,48 ^b	16,18 ^c
L · (b/a)	497,43 ^a	456,19 ^b	873,72 ^c

L: luminosidad (0 = negro y 100 = blanco); a: coordenada cromática rectangular (valor positivo = tonos rojizos); y b: coordenada cromática rectangular (valor positivo = tonos amarillos).

P10: pasta larga tipo cinta con 10 % de HGDM. P15: pasta larga tipo cinta con 15 % de HGDM.

P20: pasta larga tipo cinta con 20 % de HGDM.

Letras diferentes en una misma fila indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Evaluación sensorial de las pastas

La prueba de preferencia realizada a las pastas (P10, P15 y P20) presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) siendo P10 la preferida (Cuadro 4). Ésta obtuvo la mayor aceptación cuyos promedios en los atributos de olor, sabor y color fueron mayores, siendo el grado de aceptabilidad promedio de aproximadamente 7

que correspondió a ‘me gusta bastante’. Presentando la pasta de mayor porcentaje de sustitución, los menores promedios en los atributos evaluados. En base a la prueba de aceptabilidad, se seleccionó la pasta con 10 % de sustitución para realizar la evaluación química, microbiológica y estudio de estabilidad del producto.

Cuadro 4.- Promedios totales por atributo de las pastas.

Atributo evaluado	Promedios totales		
	P10	P15	P20
Olor	6,62 ^a	5,88 ^b	5,58 ^c
Sabor	6,73 ^a	6,12 ^b	5,62 ^c
Color	6,85 ^a	6,27 ^b	5,88 ^c

P10: pasta larga tipo cinta con 10 % de HGDM. P15: pasta larga tipo cinta con 15 % de HGDM.

P20: pasta larga tipo cinta con 20 % de HGDM.

Letras diferentes en una misma fila indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Evaluación química de la P10

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la evaluación química de la P10, ésta cumplió con las especificaciones de

humedad y proteína establecidas en la Norma Venezolana COVENIN 283:1994 para pastas alimenticias de 13,5 (% máximo) y 12,8 (% mínimo), respectivamente (COVENIN, 1994); estos niveles de humedad demuestran un

Cuadro 5.- Evaluación química de la pasta larga tipo cinta elaborada con la harina compuesta (P10).

Parámetros	Base seca	Base húmeda*
Humedad (g/100g)	-	12,90 ± 0,26
Carbohidratos (g/100g)	84,10	73,20 ± 0,10
Almidón (g/100g)	76,00	66,00 ± 0,00
Proteína (g/100g)	12,80	11,13 ± 0,01
Fibra Dietética (g/100g)	5,32	4,63 ± 0,01
Grasa (g/100g)	0,67	0,57 ± 0,06
Cenizas (g/100g)	1,74	1,52 ± 0,01
Fósforo (mg/100g)	400,00	350,00 ± 0,01
Hierro(mg/100g)	3,49	3,04 ± 0,59
Magnesio(mg/100g)	118,47	103,20 ± 0,77
Calcio (mg/100g)	10,04	8,75 ± 0,77

* Los valores son promedios de tres repeticiones ± desviación estándar.
P10: Pasta larga tipo cinta con 10 % de HGDM.

adecuado secado. Las cenizas fueron ligeramente mayores al 1,0 % establecido, debido al alto contenido de minerales presentes en el HGDM, esto indica que 100 g de P10 aportarían valores razonables de los requerimientos de fósforo, hierro y magnesio, establecidos para adultos mayores (Ruiz *et al.*, 2000). El contenido de carbohidratos fue mayor al valor estipulado en la Tabla de Composición de Alimentos (TCA) del Instituto Nacional de Nutrición en Venezuela, de 71,4 % para pastas de STD (INN, 1999), estos niveles de carbohidratos mejoran el aporte energético del producto, que fue de 394 kcal/100 g y mayor al referido en la TCA (353 kcal/100 g) para pastas alimenticias. El contenido de grasa estuvo ubicado por debajo del indicado en la TCA (1,9 %), lo que favorecería la estabilidad durante el almacenamiento del producto. En consecuencia, la pasta P10 puede considerarse como un alimento energético proteico, similar a la pasta de trigo *durum*.

Evaluación microbiológica de la P10

La calidad microbiológica de la pasta indicó que es inocua, lo cual se evidencia a través de los resultados microbiológicos obtenidos, siendo bajos los niveles de aerobios mesófilos ($2,73 \times 10^2$ UFC/g), mohos y levaduras (< 10 UFC/g), y no hubo crecimiento de coliformes totales. El esquema tecnológico utilizado, permitió obtener un producto dentro de los parámetros microbiológicos de calidad, lo que asegura un almacenamiento estable y prolongado del producto.

Estudio de estabilidad microbiológica de la P10

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de los parámetros seleccionados para el estudio de estabilidad microbiológica de la pasta P10, los mohos y las levaduras así como la humedad, se mantuvieron dentro de los

Cuadro 6.- Efecto del tiempo sobre el contenido de humedad, mohos y levaduras durante el estudio de estabilidad microbiológica de la pasta elaborada con harina compuesta (P10).

Tiempo (días)	Humedad (%)*	Mohos (UFC/g)	Levaduras (UFC/g)
0	12,90 ^a	< 10	< 10
15	12,99 ^a	< 10	< 10
30	13,00 ^b	< 10	< 10
45	13,30 ^b	< 10	< 10
60	14,30 ^c	< 10	< 10
75	14,89 ^c	2,7 x 10	< 10

* Letras diferentes en una misma columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

límites establecidos en la norma COVENIN 283:1994 (COVENIN, 1994), hasta los 60 días de almacenamiento. A los 75 días se observó el crecimiento de mohos, favorecidos por el aumento de humedad, sin embargo, al compararse con la norma estuvo por debajo del límite máximo (1×10^4 UFC/g). En relación a la estabilidad microbiológica y al contenido de humedad se puede decir que la P10 se mantiene apta para el consumo durante 2 meses.

Evaluación estadística

De acuerdo a las pruebas estadísticas de las evaluaciones físicas, químicas y nutricionales realizadas al hidrolizado y a la pasta P10, en los parámetros existió baja o no existió dispersión entre sus réplicas y en las determinaciones microbiológicas no hubo diferencias significativas (al 95 % de confianza) entre sus réplicas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que se puede obtener una pasta de harina compuesta de sémola de trigo *durum* con 10 % de hidrolizado del germen desgrasado de maíz, para elaborar una pasta larga tipo cinta, nutritiva y aceptable sensorialmente. Ésta

presentó especificaciones de calidad dentro de las establecidas por la norma COVENIN para pastas alimenticias y en la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela. Además, se mantiene estable desde el punto de vista microbiológico para su consumo por un tiempo de 2 meses.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT) Proyecto N° 2001001770 y al Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE), quienes financiaron la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. 2004. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. (10ma. ed). Saint Paul, MN, USA.
- Anderson, R.A. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chemistry. 59(4):265-269.
- AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (21era. ed.). Washington, USA.

- APHA. 2001. American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. (4th. ed.). Washington D. C., USA.
- Buckle, T. y Cabrera, J. 1981. Pastas alimenticias enriquecidas, elaboradas con harinas compuestas. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogotá, Colombia. 12 p.
- COVENIN. 1980. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de humedad. Norma Venezolana COVENIN 1553:80. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1981. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de acidez. Norma Venezolana COVENIN 1787:81. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1982. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Cereales - Leguminosas - Oleaginosas y productos derivados. Muestreo. Norma Venezolana COVENIN 612:82. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1994. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Pastas alimenticias (2da. revisión). Norma Venezolana COVENIN 283:1994. Caracas, Venezuela. 12 p.
- Doxastakis, Georgios; Papageorgiou, Maria; Mandalou, Dimitra; Irakli, Maria; Papalamprou, Evdoxia; D'Agostina, Alessandra; Resta, Donatella; Boschin, Giovanna and Arnoldi, Anna. 2007. Technological properties and non-enzymatic browning of white lupin protein enriched spaghetti. *Food Chemistry*. 101(1):57-64.
- Gómez, E.; Morillo O. and Guerra, M. 2008. Obtention and characterisation of a hydrolysed product from defatted corn germ. In Abstracts 14th World Congress of Food Science & Technology, Shangai, China. pp. 415.
- Granito, Marisela; Torres, Alexia y Guerra, Marisa. 2003. Desarrollo y elaboración de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia*. 28(7):372-379.
- Guerra, M.; Granito, M.; Pacheco, E.; Schnell, M.; Torres, A. y Tovar, J. 1998. El germen desgrasado de maíz: materia prima potencial para la industria de alimentos. *Anales Venezolanos de Nutrición*. 11(1):12-20.
- Hernández, Blanca D.; Guerra, Marisa J. y Rivero, Francisco. 1999. Obtención y caracterización de harinas compuestas de endospermo - germen de maíz y su uso en la preparación de arepas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brasil)*. 19(2):194-198.
- INN. 1999. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Serie Cuadernos Azules. Publicación N° 52. Caracas, Venezuela.
- ISO. 1994. International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 2: basic methods for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. ISO 5725-2:1994.
- ISO. 2003. International Organization for Standardization. Sensory analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales. ISO 4121:2003.
- ISO. 2005. International Organization for Standardization. Sensory analysis. Methodology. General guidance. ISO 6658:2005.
- Labuza, T.P. and Riboh, D. 1982. Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technology*. 36(10):66-74.
- Lucisano, M.; Casiraghi, E.M. and Barbieri, R. 1984. Use of defatted corn germ flour in pasta products. *Journal of Food Science*. 49(2):482-484.

- Menger, A. 1979. Crucial points of view concerning the execution of pasta cooking tests and their evaluation. In *Comptes Rendus Proceedings of International Association for Cereal Chemistry (ICC) International Symposium: Matières Premières et Pâtes Alimentaires* (pp. 53). Instituto Nazionale della Nutrizione. Roma, Italy.
- Mercado, Carmen y Lorenzana, Paulina. 2000. Acceso y disponibilidad de alimentaria familiar: validación de instrumentos para su medición. Caracas, Venezuela: Fundación Polar. 214 p.
- Mosqueda, M.; Padua, M. y Guerra, M. 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). 2:49-63.
- Nielsen, S. Suzanne. 1994. Introduction to the chemical analysis of foods. Boston, USA: Jones and Bartlett Publishers, LLC.
- Ruiz-López, M.D.; Artacho-Martín-Lagos, R. y López-Martínez, M.C. 2000. Recomendaciones nutricionales para los ancianos. *Ars Pharmaceutica*. 41(1):101-113.
- Torres, Alexia; Frías, Juana; Granito, Marisela; Guerra, Marisa and Vidal-Valverde, Concepción. 2007. Chemical, biological and sensory evaluation of pasta products supplemented with α -galactoside-free lupin flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87(1):74-81.
- Torres, Alexia; Rodríguez, María; Guerra, Marisa y Granito, Marisela. 2009. Factibilidad tecnológica de incorporar germen desgrasado de maíz en la elaboración de pasta corta. *Anales Venezolanos de Nutrición*. 22(1):25-31.
- UPA. 2004. Unión de Pastificios Americanos. La industria de pastas alimenticias. Puerto Vallarta, Jalisco. <http://www.internationalpasta.org/resources/extra/file/documentos/indpastas2004.ppt>