

## Manufacturing of pasta from the substitution of wheat using subutilized raw materials

Marisela Granito<sup>1</sup>, Alexia Torres<sup>2</sup> and Marisa Guerra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento Tecnología de Servicios, Sede del Litoral

<sup>2</sup>Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Sede de Sartenejas.  
Universidad Simón Bolívar. Apartado Postal 89000 ZP 1800.  
Valle de Sartenejas, Estado Miranda, Venezuela. Fax: 582-9063971 y 5829063064.

### Abstract

In Venezuela the maize and mayonnaise industries produces as surplus the deffated corn germ (GDM) high in protein and dietary fiber and the dehydrated egg white (CHD). Pumpkin (*Cucurbita maxima*) (AF), an important source of provitamin A underutilized by the food industry. Considering that pasta is made primarely with semola (S), totally imported, we evaluated the factibility of parliatly substituting (S). Formulations were prepared using sustitutions levels of 5, 10, 15 and 25% of (GDM), 15% of (AF) and 0.3 to 3.0% of (CHD). The protein levels, dietary fiber and minerals were modified from 8 to 100% in reference to comercial pasta. Cooking test indicates that the minimun cooking time and losses showed no difference with the control, the PER and NPR values increased 3,58 times and 78% respectively. No estadistical diference was found between pasta with menor level of sustitucion and the control. The former had better acceptance. We conclude that substituting S for GDM (5-25%), CHD (0.3-3.0%) and AF (15%) in the formulation of pasta is feasible. Besides this represents a reduction of 22% in production costs.

**Key words:** Pasta, dietary fiber, surplus products.

## Elaboración de pastas a partir de la sustitución de semola de trigo por materias primas subutilizadas

### Resumen

Se estudió la sustitución parcial de la sémola de trigo (ST) en la elaboración de pastas por excedentes de la industria del maíz [germen desgrasado (GDM)] rico en proteínas y fibra dietética, de la industria de la mayonesa [clara de huevo deshidratada (CHD)], y auyama (*Cucurbita maxima*) (AF) fuente de provitamina A, subutilizada por la industria alimentaria. Se prepararon mezclas con niveles de sustitución de ST por GDM de 5, 10, 15 y 25%; AF 15% y CHD 0,3 y 3%. Los niveles de proteína, fibra dietética y minerales se incrementaron de un 8 a 100%, respecto al control. Las pruebas de cocción indicaron que los tiempos mínimos de cocción y la pérdida de sólidos fueron iguales al control, los valores de PER y NPR aumentaron 3,58 veces y 78%. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al sabor en las pastas con menor porcentaje de sustitución, siendo estas las más aceptadas. Se concluye que es factible la sustitución de S por GDM (5 - 25%), CHD(0,3 -3%) y AF(15%) en la formulación de pastas a nivel de laboratorio, obteniéndose una disminución del 22% en el costo de las pastas.

**Palabras clave:** Pastas, fibra dietética, subproductos.

## Introducción

La pasta alimenticia es un producto versátil de consumo masivo, cuyo patrón de consumo ha cambiado en los últimos tiempos. De un producto rico en almidón, pasó a ser considerado una excelente fuente de proteínas, con bajo aporte de grasa [1].

A pesar de que el contenido nutricional de la pasta puede variar ampliamente dependiendo de sus ingredientes, de su preparación y de las salsas añadidas, en general se puede decir que una ración típica de 225 g de pasta aporta el 10% de los requerimientos diarios de proteína. Por otra parte los consumidores han redescubierto las ventajas tradicionales de la pasta como son su larga vida útil, su bajo costo, versatilidad y diversidad de preparación [1].

Según la norma COVENIN 283-83 [2], las pastas se definen como el producto obtenido mediante el secado apropiado de las figuras formadas por la trefilación o laminación y prensado de la masa preparada con sémola de trigo, harina de trigo o mezcla de ambas y agua potable.

El trigo se considera el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta, debido a que sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas viscoelásticas (gluten), los cuales contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente [3].

En Venezuela las pastas alimenticias representan uno de los alimentos de mayor consumo en especial en los estratos sociales bajos. Las estadísticas muestran a las pastas alimenticias como el plato de cereal de mayor consumo después de la harina precocida y el arroz. Se reportan niveles de producción promedio 29000 ton/mes [4].

Las pastas deben el incremento de sus costos principalmente por ser productos elaborados a partir de trigo, materia prima totalmente importada, por lo que resulta de interés investigar la posible sustitución parcial de este cereal, por otras fuentes de nutrientes de producción nacional como el germen desgrasado de maíz. Este subproducto que se obtiene del procesamiento industrial de la harina precocida y del aceite de maíz es particularmente rico en proteína y fibra

dietética. Por otra parte la auyama (*Cucurbita maxima*), fuente de carotenos (provitamina A), minerales y carbohidratos, es un producto autóctono anual poco utilizado por la industria de alimentos, podrían ser utilizados como ingredientes sustitutivos del trigo en la elaboración de pastas.

La pasta elaborada sólo con trigo, es un alimento nutricionalmente desbalanceado. Sus contenidos de grasa y fibra dietética son muy bajos y su proteína tiene un bajo valor biológico, debido a sus deficiencias de lisina. Si bien es cierto que la pasta casi siempre se consume en combinación con otros alimentos, sería muy interesante poder contar con una pasta cuyo aporte nutricional "per se" fuese balanceado [5].

Desde un punto de vista tecnológico la sustitución no es fácil porque representa una disminución en el contenido de gluten y por ende una pasta de calidad inferior. Sin embargo realizando ciertas modificaciones en el esquema tradicional de elaboración de la pasta, se puede subsanar dicho problema. Entre las modificaciones sugeridas en la literatura se han señalado, la utilización de materiales que coagulen a bajas temperaturas como la albúmina de huevo a niveles de 0,5 a 3% [5], el uso del aditivo estearoil-lactil-lactato de sodio a concentraciones de 0,3% del peso de la harina [6] y el secado a altas temperaturas [7, 8, 9].

En cuanto al proceso tecnológico, se espera que la incorporación de auyama, de germen de maíz y de clara de huevo deshidratada sea factible a nivel de laboratorio, permitiendo la obtención de un producto con sustitución parcial del trigo, con características (físicoquímicas, organolépticas y funcionales) similares a las pastas elaboradas exclusivamente de sémola de trigo, que se pueda producir a un costo menor que la pasta comercial, con buenos rendimientos y que además cubra parte de los requerimientos energéticos de la población.

El objetivo fundamental de esta investigación fue utilizar subproductos altamente nutritivos de la industria de alimentos como el germen desgrasado de maíz, como sustituto parcial de la sémola de trigo importada, para el desarrollo de una pasta, producto de alto consumo entre la población de bajos recursos en Venezuela. Considerando que la industria nacional de la mayonesa, genera como subproducto grandes cantidades de

clara de huevo, se utilizó este subproducto en las mezclas con el propósito de mejorar el proceso tecnológico, disminuir los costos e incrementar el cómputo aminoacídico del producto final. Se empleó la auyama (*Curcubita maxima*) como fuente de carbohidratos y de provitamina A.

### Materiales y Métodos

Se utilizaron como materias primas para la elaboración de las pastas, sémola de trigo (ST), la fracción fina del germen de maíz desgrasado (GDM), donado por la Empresa Promasa, auyama fresca (AF) y clara de huevo deshidratada (CDH), donada por la Empresa Danimex. La sémola de trigo y la auyama fresca se adquirieron en el mercado. Para facilitar la lectura estos términos se denominarán germen, clara y auyama.

El contenido de humedad, proteína, cenizas, grasa cruda y fibra dietética total de las materias primas, se determinó de acuerdo a los métodos del AACC (1984) 44-15A, 46-11A, 08-11 [10], COVENIN 1981 [11] y AOAC [12], respectivamente.

Luego de caracterizar fisicoquímicamente, nutricional y funcionalmente las materias pri-

mas, se prepararon mezclas con diferentes niveles de sustitución (Figura 1), sustituyendo ST por 5, 10, 15 y 25% de GDM, 15% AF y CDH se usaron niveles de 0,3 -3%, se hicieron las pastas y se evaluaron. Los porcentajes de sustitución se determinaron en base a la relación calórico proteica expresada en términos de calidad y cantidad medida por el NDPcal % y a pruebas preliminares de preparación de las pastas. Se consideró como límite máximo de sustitución 30% [8].

Para la preparación de las pastas se utilizó el esquema tecnológico sugerido por Bergman *et al.*, 1994 [13]. La clara se agregó directamente a la masa. Después de 4 minutos de amasado y de haber alcanzado una humedad de 32% en la masa, esta se pasó a través de un extrusor de laboratorio para pasta. Se preparó pasta corta.

Las pastas crudas fueron evaluadas mediante los siguientes análisis fisicoquímicos y nutricionales: Humedad, Cenizas, Proteínas y Fibra Dietética [10, 11, 12]. Color triestímulo (%L) usando un colorímetro Hunter Lab. Dureza instrumental utilizando un texturómetro Instro Universal. Determinación de minerales: Fe, Ca, Zn, Mg, Na, P y Se por espectroscopía de absorción atómica [14]. Determinación de lisina disponible

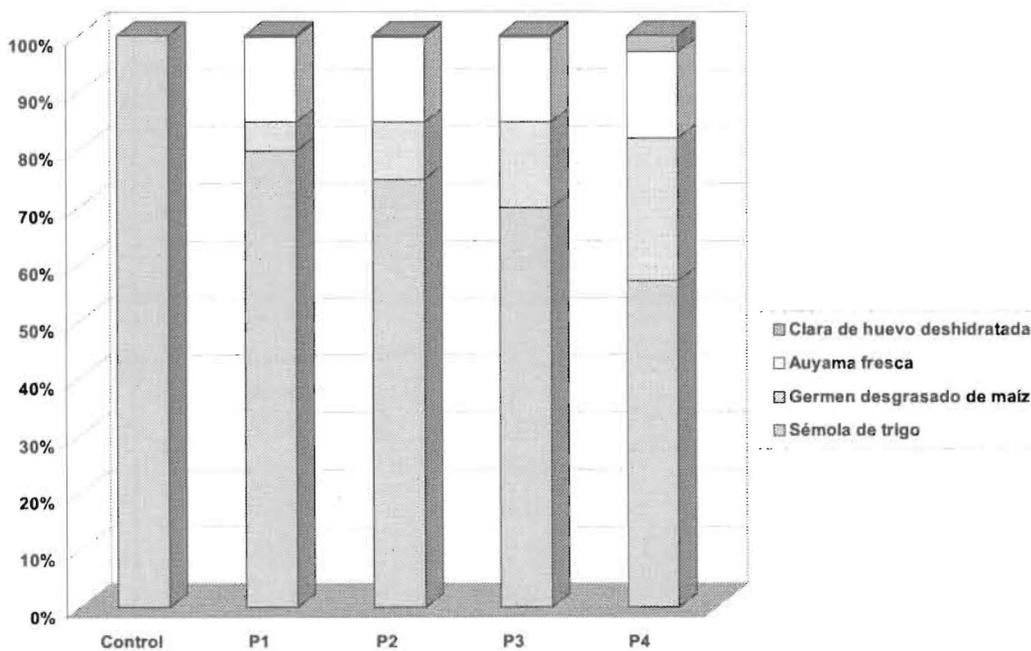


Figura 1. Composición porcentual de los ingredientes de las pastas.

según Kakade y Liener, 1969 [15]. Para la determinación de la relación de Eficiencia Proteica (PER), se utilizaron 6 ratas, 3 machos y 3 hembras Sprague Dawley de 21 días de nacidas por dieta y un período de experimentación de 15 días. [16]. Para la determinación de la digestibilidad "in vivo", se empleó el método de recolección de heces [17].

La calidad de cocción de las pastas se evaluó a través de la medición del tiempo o punto de cocción [8], pérdidas por cocción, aumento de peso y de volumen de las pastas cocidas [18, 19].

La evaluación sensorial se realizó a nivel de laboratorio, utilizando un panel de 15 personas semi-entrenadas y una prueba de calidad estructurada [20].

Todos los análisis se realizaron por triplicado y se sometieron a análisis de varianza [21], excepto el valor energético. El valor energético fue calculado, considerando el aporte de Kcal/g de cada nutriente (4 Kcal/g para carbohidratos y 9 Kcal/g para las grasas) de acuerdo a la composición porcentual [22].

## Resultados y Discusión

De acuerdo a los análisis de composición proximal de las muestras se aprecia en la Tabla 1 que tanto la sémola, así como el germen son fuente importante de carbohidratos y contribuyen con 12% [23] de proteínas siendo la clara de huevo la que mayor aporte de proteínas provee (78%)[24]. Así mismo se aprecia que el aporte de fibra dietética total por el germen es significativa-

mente mayor (24,3%) comparado con la sémola y la clara. La auyama aporta básicamente humedad además de ciertos minerales como Na y K.

En las pastas sustituidas, todos los macronutrientes se incrementaron respecto a la pasta control (Tabla 2). En particular el contenido de proteínas, aumentó desde un 28% a un 34,17%, probablemente por la presencia del germen y de la clara de huevo. También el contenido de grasa se incrementó de un 86,6% hasta un 92,68%, lo cual podría redundar en una mejora en la textura y palatabilidad del producto final. La fibra dietética también se incrementó en forma significativa. Es de destacar que la fibra presente es básicamente insoluble (Tabla 1), lo cual era de esperarse dado que la misma proviene del germen de maíz.

De igual manera el aporte de cenizas se elevó de un 30% a un 113,8%, debido básicamente al alto contenido de minerales presentes en el germen de maíz y en la clara de huevo (Tabla 3).

Al incrementar el nivel de sustitución de sémola por germen, todos los minerales se elevaron respecto a la pasta control o comercial, resultando particularmente significativos los aportes de P, Na, K y Mg (Tabla 3). Este aporte se debe básicamente a la presencia del germen y de la auyama, la cual es rica en potasio. Es de destacar la importancia del P y Mg en el metabolismo energético y en el mantenimiento de la salud de los sistemas óseo, cardiovascular y neurológico y el del K en el mantenimiento del balance electrolítico [25].

Tabla 1  
Composición proximal y contenido de fibra dietética de las materias primas

Componente (g/100 g)	Ingredientes			
	Sémola trigo (ST)	Germen desgrasado de maíz (GDM)	Clara de huevo deshidratado (CHD)	Auyama fresca (AF)
Carbohidratos*	71,43	48,99	8	8,3
Cenizas	0,8	3,21	6	0,9
Fibra dietética total	0,91	24,3	0	0,9
Grasa	0,83	0,82		0,4
Proteína	12,45	12,86	78	1,5
Humedad	13,58	9,82	8	88

\*Calculados por diferencia.

Tabla 2  
Composición fisicoquímica y valor energético de las pastas

	Control	P1	P2	P3	P4
Humedad	13,58	11,35	12,60	11,87	8,00
Proteínas	12,45	16,04	15,90	15,99	16,97
Grasas	0,83	1,53	1,43	1,44	1,59
Cenizas	0,80	1,04	1,36	1,47	1,71
Fibra total	3,60	4,93	5,64	6,80	7,15
Fibra soluble	1,11	0,96	0,72	1,97	0,49
Fibra insoluble	2,49	3,97	4,92	4,83	6,66
CHO*	68,74	65,11	63,07	62,43	64,85
Energía (Kcal)	332,23	338,37	328,75	326,64	340,51

\*Calculados por diferencia.

Control: 100% ST.

P1= 5% GDM + 15% AF + 0,03% CHD + 79,97% ST.

P2= 10% GDM + 15% AF + 0,03% CHD + 74,97% ST.

P3= 15% GDM + 15% AF + 0,03% CHD + 69,97% ST.

P4= 25% GDM + 15% AF + 3,0 % CHD + 57% ST.

Tabla 3  
Contenido de minerales de las materias primas y de las pastas sustituidas (mg/100 g)

	Calcio (Ca)	Hierro (Fe)	Fósforo (P)	Zinc (Zn)	Cobre (Cu)	Potasio (K)	Magnesio (Mg)
GDM	13,33	9,82	758,31	7,57	0,57	517,59	511,65
AF	190,90	45,60	90,60	53,60	5,10	3839,00	565,80
ST	27,68	2,06	111,76	2,01	0,28	58,98	55,03
CHD	689,12	25,58	2215,04	0,81	0,22	1599,75	25,59
P1	14,20	0,28	191,05	3,26	25,11	304,66	50,1
P2	16,54	0,34	271,47	3,36	30,00	290,44	71,10
P3	14,61	0,39	289,33	3,51	38,79	382,19	88,70
P4	11,21	0,41	413,85	3,48	50,36	518,69	125,30
Control	4,76	0,27	92,40	2,47	14,14	136,40	31,24

En la Tabla 4 se expresan algunos parámetros nutricionales, los cuales coinciden con los reportados por otros autores como Molina *et al.*, [26] y Albrecht *et al.*, [27]. Hasta un nivel de sustitución de 15% de germen, el valor de PER no se incrementó en forma significativa. Si bien la proteína de la clara de huevo y la del germen de maíz debieron haber incrementado este parámetro hasta un valor más cercano al de la caseína, parece haber prevalecido el efecto de la fibra presente, en el incremento de la velocidad de tránsito intestinal y por ende en la reducción de la absorción de nutrientes. Al elevar el contenido de clara de 0,3% a 3% en P4, se contrarrestó este

efecto, produciéndose un aumento en el valor de PER. De igual manera para P4 el NDP cal% calculado arrojó un valor mejorado y se elevó el contenido de lisina disponible. Resulta evidente que el uso de la clara de huevo deshidratada, no sólo contribuye con el mejoramiento de la textura y calidad de cocción de las pastas, sino que mejora notablemente la calidad nutricional del alimento. Adicionalmente, al utilizar la clara para suplementar las pastas, se estaría diversificando el uso de este subproducto industrial, que en los actuales momentos representa una fuente de nutrientes de excelente calidad y bajo costo.

Tabla 4  
Calidad nutricional de las pastas

	NDPcal (%)	PER (%)	NPR (%)	Digest. aparente (%)	Digest. verdadera (%)	Lisina disp. (mg/g prot)
Control		0,74	1,887	95,47	98,55	0,01
P1	5,75	1,81	3,22	95,15	99,11	0,01
P2	5,84	1,45	2,58	96,43	98,82	0,03
P3	5,81	1,42	2,78	94,85	98,95	0,02
P4	9,50	1,95	2,79	97,19	99,14	0,05
Caseína	-	2,42	3,76	-	-	6,95

Tabla 5  
Pruebas de cocción de las pastas

Muestra	Tiempo min. Cocción (min)	Aumento de peso (%)	Pérdidas por cocción (g)	Aumento de volumen (%)
Control	11	196,50 <sup>a</sup>	5,90 <sup>bc</sup>	13,33 <sup>a</sup>
P1	11	201,00 <sup>ab</sup>	5,58 <sup>ab</sup>	13,33 <sup>a</sup>
P2	10	205,00 <sup>ab</sup>	4,92 <sup>a</sup>	12,00 <sup>b</sup>
P3	12	223,00 <sup>b</sup>	6,74 <sup>c</sup>	13,34 <sup>a</sup>
P4	11	199,00 <sup>c</sup>	6,30 <sup>bc</sup>	7,33 <sup>c</sup>

Letras iguales en una misma columna indican que no hay diferencias significativas a un nivel de  $p < 0,05$ .

En relación a la digestibilidad verdadera, no se encontraron diferencias significativas entre las pastas sustituidas y la pasta comercial, siendo en general los valores encontrados bastante altos. Las diferencias en la digestibilidad generalmente se deben a diferencias intrínsecas a la naturaleza del alimento o a factores dietéticos que modifiquen la digestión como la fibra dietética [28], sin embargo a pesar de que las pastas elaboradas presentan un alto contenido de fibra dietética, no se observó dicho efecto.

Desde un punto de vista nutricional este producto resulta ventajoso, no sólo por sus aportes de proteína de buena calidad, fibra insoluble y soluble, minerales y lisina disponible, sino por la baja respuesta glicémica que producen las pastas *per se* al ser consumidas [27]. Adicionalmente habría que considerar que la fibra soluble que aporta el germen también estaría contribuyendo con la disminución de la respuesta glicémica.

La capacidad de la fibra soluble para retardar el vaciamiento gástrico ha sido demostrada

por Schweiser y Edwards [30]. Este retardo se produce por el aumento en la viscosidad del contenido gástrico, la cual a su vez origina una disminución en la movilidad de las enzimas, los substratos y de los nutrientes a nivel de la superficie absorptiva. El resultado de estos efectos es un aumento lento de la glucosa en sangre después de la ingestión de estos tipos de alimentos [31, 32].

En relación a las características de cocción de las pastas, se encontró que los tiempos mínimos de cocción de las pastas suplementadas, no variaron respecto al control.

Respecto a los aumentos de peso, se cumplió con el requerimiento estándar de un aumento del 100% del peso inicial. Lucisano *et al.* [33] reportaron incrementos de peso del orden del 200%, cercanos a los encontrados en esta investigación para todas las pastas sustituidas. En la Tabla 5 se puede observar que el menor valor de incremento de peso se obtuvo para la pasta control. Esto podría explicarse si se considera que el control usado fue pasta comercial del tipo más económico del mercado, la cual podría estar ela-

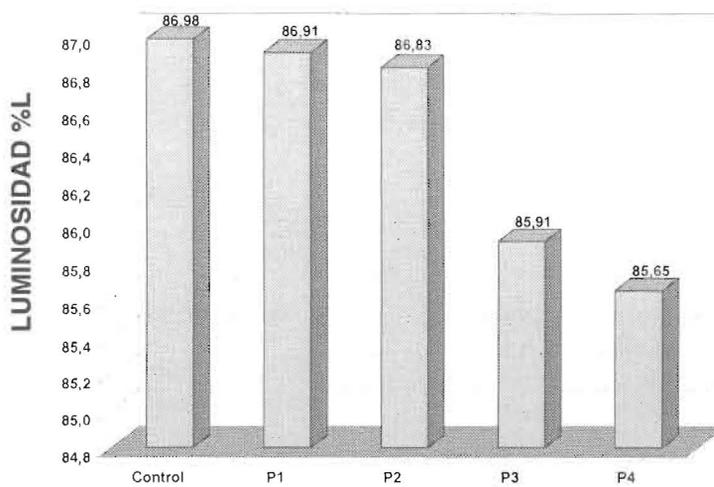


Figura 2. Luminosidad (%L) de las pastas cocidas.

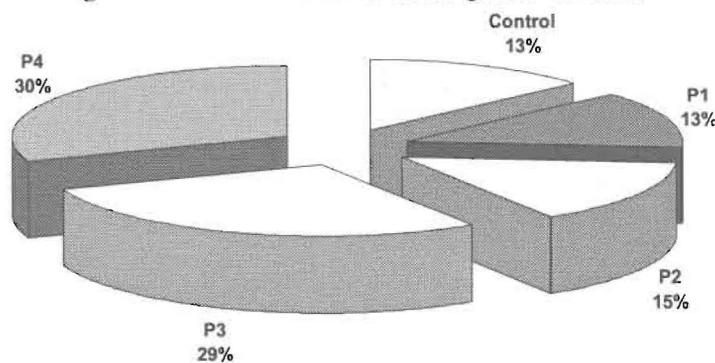


Figura 3. Dureza instrumental de las pastas cocidas.

borada con mezclas de sémola y harina de trigo y no con sémola pura.

Al comparar los resultados obtenidos para la pasta adicionada con un 25% de germen y 3% de clara (P4), con los de las otras pastas suplementadas, se observa que tanto el incremento de peso como de volumen, fueron ligeramente inferiores para P4. Al aumentar la cantidad de clara con alta capacidad de gelificación, es posible que se haya formado el gel rápidamente, impidiendo que se hidratara toda la sémola presente. Una adición de clara del 3% parece ser un buen nivel de suplementación, porque incrementa el valor nutricional de las pastas y desde un punto de vista tecnológico permite disminuir las pérdidas por cocción, sin alterar en forma significativa el incremento de peso. Sin embargo es posible que niveles superiores a 3%, afecten de manera significativa el volumen del producto final.

Instrumentalmente el color de las pastas fue afectado por la presencia del germen de maíz y la auyama. Las pastas se oscurecieron a medida que se incrementaba el nivel de sustitución, valor de %L en la Figura 2, y se incrementó la tendencia a la tonalidad roja y amarillo (valores mayores de a y b), por la presencia de la auyama y del mismo germen, el cual contenía partículas de pericarpio.

En cuanto a la dureza de las pastas se correlaciona la mayor firmeza con el mayor porcentaje de sustitución (P4), Figura 3.

En relación al análisis sensorial (Tabla 6) para la prueba pareada de diferencia en cuanto al sabor no se observan diferencias significativas a un nivel de 0,05 % para las pastas P1, P2, P3 y control, reportándose diferencia de sabor de la P4 con respecto a las otras pastas. Al aplicar la prueba pareada de diferencia para el color nuevamen-

Tabla 6  
Evaluación sensorial de las pastas

Prueba de diferencia	P1	P2	P3	P4	Control
Sabor	7,0 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	5,0 <sup>b</sup>	6,8 <sup>ab</sup>
Color	6,4 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ac</sup>	5,6 <sup>bc</sup>	4,0 <sup>d</sup>	5,9 <sup>ab</sup>
Prueba de preferencia	5,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	4,7 <sup>cd</sup>	5,0 <sup>ac</sup>	7,0 <sup>b</sup>

Letras iguales en una misma fila indican que no hay diferencias significativas a un nivel de  $p < 0,05$ .

te las pastas P1, P2 P3 y el control no reportan diferencia significativa, siendo la P4 la más diferente del control. De la prueba de preferencia a través de una escala hedónica la pasta que obtuvo el menor puntaje fue la P3 (con 15% de sustitución) respecto al control, se aprecia que el control obtuvo el mayor puntaje con respecto a las otras pastas evaluadas.

En cuanto al precio de las pastas desarrolladas considerando sólo los costos de materias primas los precios de las distintas formulaciones fueron de 347Bs/Kg (P1), 337 Bs/Kg(P2), 332 Bs/Kg (P3) y 334 Bs/Kg (P4), precios que comparados con el de la pasta comercial (Bs. 430 /Kg) resultan atractivos a la hora de la comercialización.

### Conclusiones

Es factible la sustitución parcial de sémola de trigo por germen de maíz, clara de huevo deshidratada y auyama para la elaboración de pastas nutritivas y de bajo costo.

El resultado de esta sustitución es un aumento en el contenido de proteínas, fibra dietética y minerales con respecto a las pastas comerciales.

En cuanto a la digestibilidad verdadera no se encuentran diferencias significativas entre la pasta con sustitución y la pasta comercial.

Los tiempos de cocción de las pastas suplementadas no variaron con respecto a la comercial.

En cuanto al aumento de peso, se cumplió con el requerimiento de un aumento del 100% del peso inicial.

La aceptación en general de las pasta sustituidas fue bastante cercana a una parte del control, sine embargo, hay que mejorar parámetros como el color oscuro que hacen que el panel rechace el producto.

### Referencias Bibliográficas

- Giese, J. Pasta: New twists on an old product. *Food Technol.* 46 (2): 118-126, 1992.
- Covenin. Norma Venezolana 283-83. Pastas alimenticias. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Ministerio Fomento. Caracas, Venezuela, 1983.
- Feillet, P. Present knowledge on biochemical basis of pasta cooking quality. Consequence for wheat breeders. *Sci. Alim.* 4: 551-566, 1984.
- Cevilla M. y Rivas L. El Mercado de Cereales en Venezuela. Papel de Trabajo del IESA. N° 31. Caracas, Venezuela, 1993.
- Antognelli, C. The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient: a review. *J. Food Technol.* 15: 125-145, 1980.
- Ken, N. L. y Evers, A.D. *Technology of Cereals.* 4° ed. p:233-243. Ed. Pergamon, Great Britain, 1994.
- Pape G. y Campos. Informe técnico N° 7 Dalbert Internacional, 1971.
- Abecassis, J., Faure J. y Feillet, P. J. Improvement of cooking quality of maize pasta products by heat treatment. *J. Sci. Food Agric.* 47: 475-485, 1989.
- Mestres, C., Matencio, F. y Faure. Optimizing process for making pasta from maize in admixture with durum wheat. *J. Sci. Food Agric.* 51: 355-368, 1990.
- American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods of the AACC.* Métodos 44-15A, 46-11-A, 08-11. St Paul, Mn. The Association, 1983.
- Covenin Norma Venezolana. 1785-81. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de la proteína.

- nación de grasas. Fondonorma, Ministerio de Fomento Caracas, Venezuela, 1981.
12. Prosky L., Asp, N.G. Furda I., De Vries, J., Schweizer, T.F. y Harland, B.A. Determination of total dietary fiber in foods, food products, and total diets. Interlaboratory study. *J. Assoc. of Anal. Chem.* 67:1044.
  13. Bergman, D., Gualberto, D.G., y Weber C.W. *Cereal Chem.* 71 (6): 523-527, 1994.
  14. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C. U.S.A. 1990.
  15. Kakade, M.L. y Liener, I.E. 1969. Determination of available lipine in proteins. *Anal. Biochem.* 27(2):273.
  16. Cilli, V. y Hevia, P. (1989). Wheat bran and whole wheat flour as sources of fiber and calories for the rat. *Nutrition Reports International.* 39 (5): 919 - 930.
  17. Allison, A.B. (1965). Biological evaluation of proteins. *Physiol. Rev.* 35:644.
  18. Matsuo, R.R., Malcolmson, L.J., Edwards, N.M y Dexter, J.E. A colorimetric method for estimating spaghetti cooking losses. *Cereal Chem.* 69 (1): 27- 29, 1992.
  19. Grant, L. A., Dick J.W. y Shelton, D.R. Effects of drying temperature, starch damage, sprouting and additives on spaghetti quality characteristics. *Cereal Chem.* 70(6): 676-684, 1993.
  20. Wittig E. Evaluación Sensorial: Una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos. Talleres Graf. USACH. Chile, 1982.
  21. Oestle, B. Estadística Aplicada. Ed. Limusa, México, 1982.
  22. Tagle, M.A. Nutrición. 2<sup>da</sup> edición. Ed. Andrés Bello. Chile, 1980.
  23. Granito, M. y Guerra, M. Estudio reológico de mezclas de harina de trigo. Harina de germen desgrasado de maíz. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, 16 (3): 255-259, 1996.
  24. De Cássia, R., Ormenese, C., Freitas, R., Arruda, N. e Signorelli, V. Influencia da secagem à alta temperatura nas características das massas com ovos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 18 (1): 7-12, 1998.
  25. Wardlaw, G.M., Insel, P.M., Perspectives in Nutrition, 2<sup>o</sup> De Mosby, U.S.A. pp 435-449, 1993.
  26. Molina, M.R., Gudiel, H., Baten, M.A., y Bressani, R. Production of high protein quality pasta products using a semolina corn soy flour mixture 3. Effect of cooking on the protein nutritive-value of pasta. *Cereal Chemistry* 59 (1): 34- 37, 1982.
  27. Albrecht, J.A., Asp, E.H., Buzzard, I.M. Contents and retentions of sodium and other minerals in pasta cooked in unsalted or salted water. *Cereal Chemistry* 64 (2): 106-109, 1987.
  28. RDA Recommended Dietary Allowances. Food and Nutrition Board, 10 ed. National Academy Press, Washington D.C., 1989.
  29. Jenkins, D.J., Wolever, T.M., Collier, G.R., Ocana, A., Rao, A.V., Buckley, G., Lam, Y., Mayer, A. y Thompson, L.U. Metabolic effects of a low glycemic index diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 46: 968-975, 1987.
  30. Schweizer T.F y Edwards C.A. Dietary fiber a component of foods. P: 182-185. Springer Verlag. 1992.
  31. Mouro, J. Thouvenot, P., Couet, C., Antoine, J.M., Krobicka, A., Debry, G. Relationship between the rate of gastric emptying and glucose and insulin responses to starchy foods in young healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 48: 1035-1048, 1988.
  32. Wolever, T., Katzman-Relle, L., Jenkins, A., Vuksan, V., Josse, R., Jenkins, D. Glycemic index of 102 complex carbohydrate food in patients with diabetes. *Nutrition Research.* 14 (5): 651-669. 1994.
  33. Lucisano, E., Casiraghi, E.M. y Barbieri, R. J. Use of defatted corn germ flour in pasta products. *Food Sci.* 49: 482-484, 1984.

Recibido el 26 de Enero de 1998

En forma revisada el 22 de Octubre de 1998