

Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas

Marisela Granito, Vanesa Ascanio

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN. La pasta de sémola es un alimento altamente consumido, cuyo valor biológico es bajo porque su proteína es deficiente en lisina. Sin embargo, si se extiende la sémola con leguminosas ricas en este aminoácido esencial, no sólo se produce una complementación aminoacídica, sino que se incrementa el contenido de fibra dietética y de minerales. En este trabajo se produjeron a escala de planta piloto y se analizaron, pastas extendidas con 10% de *Phaseolus vulgaris* y *Cajanus cajan*. Se evaluó la calidad de cocción y las características físicas, químicas y nutricionales de las pastas, así como la aceptabilidad sensorial con ancianos institucionalizados. Posteriormente, se transfirió esta tecnología a una cooperativa productora de pastas artesanales. La extensión de las pastas con harina de leguminosas incrementó el tiempo óptimo de cocción de 15 a 20%, el peso entre 20% y 25% y las pérdidas de sólidos por cocción. El valor funcional de las pastas aumentó al incrementarse el contenido de minerales y de fibra dietética total. La proteína, así como la digestibilidad proteica *in vitro* también se incrementó, no obstante, disminuyeron los parámetros de color L, a y b y el contenido de almidón total. A nivel de consumidores las pastas extendidas tuvieron una buena aceptabilidad, por lo que se concluyó que es tecnológicamente factible la extensión de la sémola con harinas de leguminosas en la elaboración de pastas.

Palabras clave: Semolina, pastas funcionales, leguminosas, transferencia de tecnología.

SUMMARY. Development and technological transfer of functional pastas extended with legumes. Semolina pasta is a highly consumed foodstuff, the biological value of which is low because its protein is deficient in lysine. However, if the semolina is extended with legumes rich in this essential aminoacid, not only aminoacid supplementation is produced, but also the dietary fibre and minerals are increased. In this work, pastas extended in 10% with a white variety of *Phaseolus vulgaris* and with *Cajanus cajan* were produced on a pilot plant scale, and this technology was transferred to a cooperative producing artisanal pastas. The cooking qualities and the physical, chemical, and nutritional characteristics of the pastas were evaluated, as well as the sensorial acceptability in institutionalized elderly people. The extension of the pastas with legume flours increased the optimum cooking time (15 to 20%), the weight (20% and 25%), and the loss of solids by cooking. Similarly, the functional value of the pastas increased by increasing the contents of minerals and dietary fibre. The protein content, as well as the protein digestibility *in vitro* also increased; however, the parameters of colour L, a and b, and the total starch content of the pastas decreased. At consumer level, the pastas extended with legumes had a good acceptability, for what it was concluded that the extension of the semolina with legume flours in the manufacture of pastas is technologically feasible.

Key words: Semolina, functional pastas, legumes, technological transfer.

INTRODUCCION

La pasta es un alimento con alta aceptabilidad a nivel mundial debido a que forma parte de los hábitos alimenticios de muchas poblaciones y es relativamente económico, versátil, de fácil preparación y almacenamiento (1).

En Venezuela, la pasta forma parte de los alimentos básicos de la población, sirviéndose como plato principal de las más diversas maneras, de dos a tres veces por semana. La oferta de pasta en el mercado venezolano es amplia, siendo su disponibilidad para el año 2002 de 20,1g/persona/día, lo que representaba el 30% de la oferta de los alimentos elaborados en base a trigo (2). En la actualidad, el consumo de pasta en Venezuela es de aproximadamente 13 kg/persona, con lo cual se ubica al país como el segundo consumidor de pasta a nivel mundial, después de Italia (3).

Desde un punto de vista nutricional la pasta de sémola es reconocida como una fuente de carbohidratos complejos, con poca grasa y de baja calidad proteica, debido a que la sémola, su principal constituyente, es pobre en lisina (4).

En países en vías de desarrollo como Venezuela, donde los problemas nutricionales afectan a una proporción considerable de sus habitantes, el mejoramiento nutricional de alimentos altamente consumidos por la población como la pasta, puede representar una alternativa que tienda a mejorar la calidad nutricional y funcional de la dieta.

La extensión de pastas con leguminosas, contribuye a elevar su valor nutricional al producirse una complementación aminoacídica e incrementarse el contenido de minerales y fibra dietética. Adicionalmente, la extensión de pastas con leguminosas como *Phaseolus vulgaris* y *Cajanus cajan*, rubros que se producen en el país y que forman parte de los

hábitos alimenticios de la población venezolana, es una alternativa para disminuir la dependencia de materias primas importadas como el trigo y la soya (2- 7).

La producción de pastas de sémola extendidas con leguminosas podría además contribuir con la diversificación de la oferta de pastas producidas en el país. Si adicionalmente, la producción de este nuevo producto es realizado por una pequeña industria o cooperativa, se estará contribuyendo con el fortalecimiento de pequeñas economías familiares regionales y en última instancia con el logro de la soberanía alimentaria. Por ello, y para poder lograr el objetivo de este trabajo se ubicó una cooperativa consolidada desde hace más de 15 años en la producción de pastas alimenticias y se procedió a la transferencia de la tecnología, entendiendo por transferencia tecnológica la transmisión de conocimientos sistemáticos para la fabricación de un producto, para la aplicación de un procedimiento o para la prestación de servicios (8).

La transferencia de la tecnología para producir pastas extendidas con leguminosas a la cooperativa, representa la posibilidad de aumentar la diversidad de sus productos alimenticios y la mejora nutricional de las pastas tradicionalmente elaboradas por la cooperativa, las cuales son de amplio consumo en la comunidad. También le permitirá a la Cooperativa ampliar su oferta de productos, a través de la implementación de nuevos procesos sencillos, accesibles y de bajo costo como los propuestos para la obtención de las harinas de leguminosas.

El objetivo de este trabajo fue producir a escala de planta piloto pastas largas de sémola, extendidas con harinas cocidas de *Phaseolus vulgaris* y *Cajanus cajan* L., caracterizarlas física, química, nutricional y sensorialmente a nivel de consumidores, para finalmente transferir esta tecnología a una cooperativa productora de pastas ubicada en el Estado Lara, Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima: Se usó una variedad blanca de *Phaseolus vulgaris* y una oscura de *Cajanus cajan* L, las cuales fueron adquiridas en el mercado local. La sémola de trigo *durum*, el afrecho en hojuelas y la harina de trigo fueron suministradas por la Unidad de Producción Asociación Civil 8 de Marzo.

Previo a la preparación de las pastas, se dictó un taller didáctico a las integrantes de la Cooperativa cuyo contenido versó sobre la importancia de la pasta como alimento y fuente de nutrientes en la dieta del venezolano. Asimismo, se les explicó cómo la extensión con harinas de leguminosas puede incrementar el contenido nutricional de las pastas y cómo preparar e incorporar las harinas de leguminosas al producto final.

Harinas de leguminosas: Para preparar las harinas de leguminosas se remojaron los granos en agua en una proporción 1:4 (leguminosa: agua) por 12 horas a 25°C, se drenaron y se cocinaron a presión atmosférica por 2h en una proporción grano: agua 1:12. Posteriormente, se secaron en un equipo (Zagui Luciano impianti elettrici-automazioni modelo 0zQESSU2G) con convección de aire a temperatura de 40°C durante 48h, se molieron y tamizaron hasta obtener una harina con una granulometría de 10 mesh, similar a la de la sémola utilizada.

Elaboración de las pastas: Las pastas fueron elaboradas en la Unidad de Producción Asociación Civil 8 de Marzo, ubicada en Palo Verde, Sanare, Estado Lara, con base en la fórmula utilizada por la Unidad de Producción para la fabricación de sus pastas, la cual incluye afrecho como ingrediente. El afrecho es adicionado por la Unidad de Producción a todas las pastas que producen y comercializan, como una respuesta social a la necesidad de mejorar la alimentación de la población de Sanare, poniendo así a la disposición de los consumidores un alimento funcional, con un mayor contenido de fibra.

Se prepararon 3 tipos de pasta: una control (PC) producida y comercializada habitualmente en la comunidad de Sanare y dos pastas extendidas con 10% de harina de leguminosa; una con harina de *P. vulgaris* cocida (PPC) y otra con harina de *C. cajan* cocido (PCC), cuyas fórmulas se detallan en la Tabla 1.

TABLA 1
Ingredientes y formulación de las pastas

Ingredientes (%)	PC	PPC	PCC
Sémola <i>durum</i>	90	80	80
Harina integral de trigo	4	4	4
Afrecho en hojuelas	6	6	6
Harina de leguminosa	0	10*	10**

* Harina de *Phaseolus vulgaris* cocida, ** Harina de *Cajanus cajan* cocida. PC: pasta control; PPC: pasta con harina de *Phaseolus vulgaris*; PCC: pasta con *Cajanus cajan*.

Las pastas se elaboraron utilizando un equipo mezclador extrusor Pargiana 43036 Fidenza (PR) Modelo 080 Tipo N, en el que se mezclaron los ingredientes sólidos con 30% de agua a 30°C, utilizando una temperatura en el barril de extrusión de 45°C y una boquilla que daba la forma de cinta de 1cm de ancho a la salida del extrusor. El corte longitudinal de las cintas fue realizado manualmente con un cuchillo, formando pastas de aproximadamente 40 cm de largo. Una vez cortadas las pastas fueron colgadas en carros de acero inoxidable y secadas durante 24 horas en un equipo (Zagui Luciano impianti elettrici-automazioni modelo 0zQESSU2G)

con convección de aire a temperatura de 45°C y 65%HR.

Calidad de cocción y color de las pastas: Se midió el tiempo óptimo de cocción, el incremento de peso por cocción y la pérdida de sólidos por cocción, según los métodos 50-66 del AACC (9). El color instrumental se cuantificó a través de los parámetros L, a, b, utilizando un colorímetro triestímulo Hunter Lab.

Composición química y valor nutricional de las pastas: Las pastas fueron cocidas por 16 min, escurridas y secadas en una estufa con convección de aire a 40°C durante 48h. Posteriormente se molieron hasta un tamaño de partícula de 80 mesh. Las harinas provenientes de las tres pastas fueron analizadas en sus contenidos de humedad (método 925.10), cenizas (método 923.03), grasas (método 920.39) y proteínas (método 960.52) de la AOAC (10). El contenido de carbohidratos totales fue calculado por diferencia, sustrayendo el porcentaje de humedad, proteínas, grasas y cenizas a 100. La fibra dietética total, insoluble y soluble fueron cuantificadas a través del método enzimático gravimétrico propuesto por Prosky et al. (11) y el almidón total y disponible utilizando el método enzimático colorimétrico de Holm et al. (12). Como parámetros nutricionales se midieron los minerales hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), zinc (Zn), sodio (Na) y potasio (K) aplicando la técnica de espectroscopia de emisión atómica utilizando un equipo de Plasma Inducido Acoplado (ICP), la digestibilidad *in vitro*, usando el método de Hsu et al (13) y la lisina disponible mediante el método de Kakade y Liener (14). La calidad proteica de cada pasta se cuantificó mediante el cómputo aminoacídico, utilizando como proteína patrón la sugerida por la FAO/WHO/UNU (2002) y corrigiendo con la digestibilidad proteica medida *in vitro*.

Evaluación sensorial: Las pastas desarrolladas fueron sensorialmente evaluadas por 50 potenciales consumidores, adultos mayores, sanos, pertenecientes al club del Instituto Nacional de Geriátrica y Gerontología (INAGER), Unidad Geriátrica Dr. Joaquín Quintero, ubicado en Caricuao, Caracas. En esta institución se sirve pasta como plato principal una vez a la semana. Ese día se sirvió a cada panelista una ración de 125g de cada pasta a evaluar acompañada por el resto del menú: sopa, carne, y plátano, ensalada y jugo. Cada pasta se evaluó dos veces, con dos aderezos diferentes: en un caso se sirvió con una salsa de tomate y en el otro con mantequilla y perejil. En total se evaluaron 6 almuerzos, cada uno en una semana diferente.

Cálculo del aporte nutricional de las pastas: El valor calórico de las pastas se estimó considerando la composición porcentual de cada uno de ellos y un aporte de 4 kcal/g para carbohidratos y proteínas y 9 kcal/g para las grasas. Se utilizaron los requerimientos de ingesta diaria (RID)

recomendados por el Instituto Nacional de Nutrición (15,16) para la población Venezolana como referencia para indicar el porcentaje que aportan de cada uno de los nutrientes por porción de 125g de pasta. La información nutricional obtenida se utilizó para proponer un etiquetado nutricional para las pastas, con base en los requisitos establecidos en la Norma COVENIN 2952 y la 2952 (17).

Análisis estadístico: Todos los resultados, excepto los de la evaluación sensorial, fueron expresados como el promedio de 3 determinaciones \pm desviación estándar. La comparación de medias se realizó mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), con posterior comparación de medias (test de Duncan) usando el programa Excel de Windows. El nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las pruebas de cocción y del color medido a las pastas. Al comparar las pastas extendidas con leguminosas (PPC y PCC) con la pasta control (PC) se encontró un incremento significativo ($p \leq 0,05$) en el tiempo de cocción de PPC y PCC. Los 14,2 min. cuantificados para PC se incrementaron a 16,3 min. y 17 min. para PPC y PCC, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre las 2 pastas extendidas. De igual manera, los incrementos de peso por cocción aumentaron significativamente ($p \leq 0,05$) en 23% y 25% para PPC y PCC, no variando estas significativamente entre sí. Respecto a las pérdidas de sólidos por cocción, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), entre PC y PPC, sin embargo, PCC presentó un 20% de pérdidas de sólidos.

TABLA 2
Calidad de cocción y color de las pastas

	PC	PPC	PCC
Tiempo óptimo de cocción (min.)	14,2 \pm 0,3 ^a	16,3 \pm 0,6 ^b	17 \pm 0 ^b
Aumento de peso (%)	120,1 \pm 0,8 ^a	151,9 \pm 15,9 ^b	147,2 \pm 4,6 ^b
Pérdida de sólidos por cocción (%)	9,8 \pm 2,6 ^a	10,8 \pm 2,8 ^a	20,1 \pm 2,1 ^b
Color			
L	59,1 \pm 2,2 ^a	54,1 \pm 3,4 ^a	48,2 \pm 2,6 ^a
a	4,9 \pm 0,3 ^a	5,6 \pm 0,4 ^a	3,1 \pm 0,6 ^b
b	9,6 \pm 0 ^a	9,3 \pm 0,3 ^a	3,8 \pm 0,5 ^b

PC: pasta control; PPC: pasta con harina de *Phaeolus vulgaris*; PCC: pasta con *Cajanus cajan*. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas $p \leq 0,05$. Todos los resultados se presentan en base seca.

El color también se vio afectado por la sustitución de la sémola por harinas de leguminosas, observándose una disminución en el índice de blancura (L) de 8,5% y de 18,4% para PPC y PCC. El color rojo, evidenciado a través de resultados de (a) positivos, no varió significativamente ($p \leq 0,05$) entre PC y PPC, pero si disminuyó en 36% para PCC, respecto a PC. Por otra parte el amarillo, representado por un valor de (b) positivo disminuyó con la sustitución en 3% y 60% para PPC y PCC, respectivamente, lo que implica que las pastas extendidas fueron menos amarillas que las de sémola.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la caracterización química de las pastas control y extendidas. El contenido de proteína se incrementó significativamente ($p \leq 0,05$) de 3,2% cuantificado para PC a 3,7% para PPC y 3,7% para PCC, no encontrándose diferencias significativas entre las 2 pastas extendidas. Respecto al contenido de grasa de las pastas evaluadas este fue inferior al 1%, no encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre la pasta control y las extendidas con leguminosas.

TABLA 3
Composición química de las pastas, g/100g

Composición	PC	PPC	PCC
Humedad	8,6 + 0 ^a	8,0 + 0,3 ^b	6,2 + 0,1 ^c
Proteína	3,2 + 0,2 ^a	3,7 + 0,2 ^b	3,7 + 0,1 ^b
Grasa	0,7 + 0,2 ^a	0,8 + 0,5 ^a	0,6 + 2,4 ^a
Ceniza	0,8 + 0,1 ^a	1,1 + 0 ^b	1,2 + 0 ^b
Carbohidratos totales *	86,7	86,3	88,1
Fibra dietética total	4,1 + 0,2 ^a	7,5 + 0,2 ^b	6,9 + 0,4 ^b
Fibra dietética insoluble	3,6 + 0,2 ^a	6,5 + 0,2 ^b	5,9 + 0,4 ^b
Fibra dietética soluble	0,5 + 0,2 ^a	1,02 + 0,2 ^{ab}	1,0 + 0,4 ^b
Almidón total	74,3 + 1,1 ^a	71,9 + 0,4 ^a	72,9 + 1,8 ^a
Almidón disponible	61,3 + 2,4 ^a	59,1 + 1,2 ^a	60,3 + 2,9 ^a

* Calculados por diferencia. PC: pasta control; PPC: pasta con harina de *Phaseolus vulgaris*; PCC: pasta con *Cajanus cajan*. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas $p \leq 0,05$

El contenido de cenizas de PC fue significativamente inferior ($p \leq 0,05$) al de las pastas extendidas con leguminosas, las cuales no variaron entre sí. Se cuantificaron valores de 1,2% para PPC y 1,3% para PCC, lo que representa un incremento de 40% en el contenido de ceniza con respecto a PC, incremento que se atribuye a la presencia de las harinas de las leguminosas. Al calcular por diferencia el contenido de carbohidratos totales se obtuvieron valores de 86,7%, 86,4% y 82,3% para PC, PPC y PCC, respectivamente.

Respecto a la fibra dietética cuantificada, en la Tabla 3 se presentan los resultados correspondientes a la fibra total, insoluble y soluble, observándose diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre PC y las pastas extendidas con leguminosas.

En estas últimas se cuantificaron contenidos de fibra dietética total entre un 71% y un 86% superiores a los de PC, representando la fibra insoluble en todas las pastas entre un 85% y un 88% de la fibra total, mientras la fibra soluble representó entre un 12% y un 15% de la fibra dietética total. En relación a los contenidos de almidón total, disponible y resistente, no se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las pastas extendidas con leguminosas y PC.

El contenido de minerales y demás parámetros nutricionales se presentan en la Tabla 4. Las pastas extendidas con leguminosas presentaron un incremento significativo ($p \leq 0,05$) de 14%, 16% y 70% en el contenido de magnesio, fósforo y potasio, respectivamente y una disminución ($p \leq 0,05$) en la concentración de sodio respecto a PC. El hierro y el calcio no variaron significativamente ($p \leq 0,05$).

TABLA 4
Calidad proteica y contenido de minerales

Composición	PC	PPC	PCC
Digestibilidad proteica			
in vitro (%)	75,9 + 2,1 ^a	76,2 + 0,5 ^a	79,8 + 0,5 ^b
Lisina disponible**	2,2 + 0 ^a	2,2 + 0 ^a	2,3 + 0 ^a
Hierro*	4,6 + 0,5 ^a	4,9 + 0,4 ^a	4,7 + 0,1 ^a
Calcio*	35,6 + 0,4 ^a	39,5 + 2,6 ^a	37,5 + 0,3 ^a
Magnesio*	60,6 + 0,3 ^a	69,1 + 1,4 ^b	69,8 + 1,1 ^b
Fósforo*	159,0 + 0,3 ^a	183,9 + 2,2 ^b	184,1 + 0,5 ^b
Zinc*	9,0 + 0,2 ^a	11,1 + 0,1 ^b	7,01 + 0,1 ^a
Potasio*	108,0 + 1,5 ^a	181,5 + 6,8 ^b	191,2 + 0,9 ^b
Sodio*	16,4 + 7,6 ^a	8,7 + 2,4 ^a	7,1 + 7,0 ^a
CA	22,7	26,6	26,7
CACDP	17,3	20,2	21,3
Aminoácido limitante	Lisina	Lisina	Lisina

*(mg/100g), ** (g/100g proteína), PC: pasta control; PPC: pasta con harina de *Phaseolus vulgaris*; PCC: pasta con *Cajanus cajan*. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas $p \leq 0,05$, CA: cómputo aminoacídico, CACDP: cómputo aminoacídico corregido con la digestibilidad proteica.

Respecto a la digestibilidad proteica *in vitro*, solo se encontraron diferencias significativas para la pasta extendida con quinchoncho, la cual fue 5% superior respecto a la de PC, no encontrándose diferencias significativas en los contenidos de lisina disponible. Finalmente al calcular el cómputo aminoacídico se encontraron valores de 28,4; 36,4 y 35,9 para PC, PCC y PPC, respectivamente.

En general la aceptabilidad sensorial de las pastas osciló entre 5,4 y 6,8 en una escala de 7 puntos. Para un mismo tipo de pasta los panelistas indicaron una mayor aceptabilidad para la pasta servida con salsa de tomate, sobre la servida con mantequilla y perejil, sin embargo, esta diferencia solo fue significativa ($p \leq 0,05$) para PCC. Numéricamente la pasta mas

aceptada fue la extendida con harinas de *Cajanus cajan*, seguida por la extendida con harinas de *Phaseolus vulgaris*.

En relación al aporte calórico de cada ración de 100g de pasta, éste representa el 20% de los requerimientos diarios de energía para la población venezolana, basado en una dieta de 2000 kcal/persona/día.

DISCUSION

Cuando se sustituye parcialmente la sémola en la elaboración de pastas, se espera que parámetros de calidad como el tiempo óptimo de cocción y el incremento de peso se vean alterados. Particularmente, el tiempo de cocción es especialmente importante porque influye sobre la textura y sabor de las pastas. Así, si las pastas se cocinan menos de lo indicado, la textura será dura y resaltará el sabor a harina; si por el contrario las pastas están sobre-cocidas, se tornan blanquecinas, se rompen fácilmente en pequeños trozos y presentan una textura suave, elástica y pegajosa, lo cual es considerado por los consumidores como una sensación desagradable en la boca (18-21).

Los tiempos óptimos de cocción de las pastas extendidas con harinas de leguminosas cocidas PCC y PQC fueron superiores en 15% y 20%, respecto al tiempo de cocción cuantificado para PC, el cual también resultó alto, si se compara con los 10 minutos reportados en promedio para pastas de sémola (22-24). Así mismo, la extensión con harina de leguminosas generó un aumento significativo ($p \leq 0,05$) en el peso de estas pastas después de cocidas, similar al reportado por otros autores (6,7).

Para poder justificar los resultados encontrados hay que considerar que todas las pastas elaboradas en la Cooperativa 8 de marzo contienen como parte de los ingredientes harina integral de trigo y afrecho, ambos considerados buenas fuentes de fibra dietética insoluble, la cual presenta una alta capacidad para absorber agua. Si, adicionalmente se incluyen harinas de leguminosas como ingrediente, se están incrementando los componentes que compiten por el agua con el almidón y la proteína presentes en la sémola, dificultando así la gelatinización del almidón y la formación de la matriz de gluten en las pastas extendidas. Sin embargo, en este tipo de pastas una vez que se absorbe el agua, se gelatinizan los almidones y se forman geles proteicos, lo cual origina el incremento en volumen y en peso (23). Por otra parte, las pastas desarrolladas fueron extendidas con porcentajes bajos de harina de leguminosa (10%), lo cual, aunado a la baja temperatura de extrusión (45°C) y a la baja temperatura de secado (45°C) favoreció la absorción de agua, sin afectar la estructura proteica del gluten. De acuerdo a Ferreira et al. (23) altos tiempos de cocción, como los determinados para estas pastas, favorecen aún más la absorción de agua y el consiguiente aumento de peso.

En relación a las pérdidas de sólidos por cocción, se ha reportado que la extensión de pastas con ingredientes dife-

rentes a la sémola genera un aumento en la pérdida de sólidos por cocción proporcional al porcentaje de sustitución, debido a la disrupción en la matriz proteica del gluten (24-27). Sin embargo, estas pérdidas suelen estar alrededor del 10%, incluso cuando se ha sustituido en un 40% la harina de trigo por otros ingredientes como harinas de leguminosas, cereales, tubérculos, huevo entero, concentrados y aislados proteicos o mezclas de ellos (7,22,24, 26). Cuando los extensores utilizados son harinas de leguminosas previamente cocidas, se han reportado pérdidas de sólidos de hasta 16,5%, las cuales fueron atribuidas al aumento de solubilidad de los almidones debido a la pre-gelatinización (7). Asimismo, se ha reportado que el uso de bajas temperaturas para el secado de las pastas incrementa las pérdidas de sólidos por cocción (26). La combinación de estos dos factores estuvo presente en las pastas desarrolladas, de allí la respuesta observada.

En relación a la composición química de las pastas desarrolladas, todos los componentes químicos de las pastas se incrementaron al sustituir parcialmente la sémola por las harinas de leguminosas. El incremento observado se debe al aporte en proteínas, cenizas y fibra dietética, tanto insoluble como soluble, de las harinas de leguminosas. Resultados similares han sido reportados por varios autores, quienes señalan que al aumentar el porcentaje de extensión de las pastas con leguminosas, aumenta el contenido nutritivo de las pastas (6-8,23,27). Particularmente, en lo referente al contenido de polisacáridos, los resultados encontrados además de coincidir con los reportados por otros autores (7,27) ponen en evidencia las características funcionales de las pastas desarrolladas, si se considera el efecto benéfico para la salud de la fibra presente, tanto insoluble como soluble.

La disminución de un 58% en el contenido de sodio y el incremento en el potasio potencia el uso de las pastas extendidas con leguminosas para personas con problemas de hipertensión y retención de líquidos (28). De igual manera, los incrementos en el magnesio y el fósforo contribuyen al valor nutricional y funcional de las pastas desarrolladas.

La digestibilidad proteica *in vitro* fue similar para PC y PPC, observándose solo un 5% de incremento no significativo para PCC. Este podría ser atribuido al menor contenido de almidón resistente de esta pasta, el cual debe originar una menor interferencia en la digestión y por tanto, mayor digestibilidad. De igual manera, al calcular el cómputo aminoacídico se evidenció un pequeño incremento en las pastas extendidas, aunque el aminoácido limitante siguió siendo la lisina. Esto podría deberse a que la proporción de cereal y leguminosa utilizada no fue la adecuada para obtener una buena complementación de aminoácidos. De acuerdo a Bressani et al (29) la mezcla que origina la mejor complementación aminoacídica es la de 70% de cereal y 30% de leguminosa, sin embargo, tecnológicamente esta mezcla no es factible de ser usada para la producción de pastas, sin

afectar negativamente su calidad. En la producción de pastas, niveles de sustitución de la sémola superior a un 10% o 15% originan una disminución en la cantidad de gluten y por ende en la matriz proteica, que posteriormente se refleja en la calidad de cocción de las pastas. En virtud de lo anterior, se podría considerar que las pastas desarrolladas si bien no presentan un balance de aminoácidos ideal, representan buenas fuentes de compuestos funcionales como la fibra dietética y los almidones resistentes.

Una vez evaluada la calidad nutricional se procedió a medir la aceptabilidad, porque de acuerdo a Wittig (30) antes de lanzar un nuevo producto al mercado es conveniente realizar pruebas de aceptabilidad, para así conocer la posible reacción del público consumidor y detectar y corregir a tiempo las deficiencias del producto. Las pastas elaboradas están dirigidas a adultos mayores, población vulnerable que representa el 6,7% de la población venezolana, según el censo del año 2001.

Las pastas desarrolladas fueron bien aceptadas por los panelistas, siendo mayor la aceptabilidad cuando se sirvieron con salsa de tomate. Esto podría deberse a que la salsa de tomate está más asociada a los hábitos alimenticios de la población y enmascara más los olores de las pastas extendidas con harina de leguminosas (20). No obstante, al comparar la aceptabilidad de los tres tipos de pastas servidas con mantequilla y perejil (Tabla 5), la más aceptada fue la extendida con harina de *Cajanus cajan* cocida. Estos resultados son contrarios a lo reportado en la literatura, donde se indica que al extender pastas con harina de leguminosas disminuye la aceptabilidad, haciéndose significativamente mayor esta disminución al incrementar el porcentaje de sustitución (6-8,22).

TABLA 5
Aceptabilidad sensorial por consumidores

Tipo de pasta	Tipo de Salsa	
	Mantequilla y perejil	Salsa de tomate
PC	5,4 ± 2,3 ^{a,b}	6,4 ± 1,5 ^{a,b}
PPC	5,8 ± 1,8 ^{a,b}	6,0 ± 1,5 ^{a,b}
PCC	6,2 ± 1,5 ^a	6,8 ± 0,7 ^b

PC: pasta control; PPC: pasta con harina de *Phaseolus vulgaris*; PCC: pasta con *Cajanus cajan*. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas $p \leq 0,05$.

Como parte de la transferencia de la tecnología a la Cooperativa, se generó el etiquetado nutricional de las pastas desarrolladas, para que fuese incorporado al empaque del producto. En la Tabla 6 se evidencia que, independientemente de la salsa con la que se sirva, una porción de 125g de las pastas extendidas cocidas aportan el 25% de los requerimientos diarios de energía para la población venezolana, basado en una dieta de 2000 kcal/persona/día. Asimismo, aportan el 45% de

la fibra dietética recomendada diariamente. Para las tres pastas el aporte de proteínas y carbohidratos de una ración representan respectivamente el 6% y 35% del RID para estos nutrientes. Respecto al aporte de grasa es bajo, menor a 3g por ración de 125g.

TABLA 6
Etiquetado nutricional de las pastas cocidas

Información nutricional			
Pasta alimenticia con caraota (<i>Phaseolus vulgaris</i>) cocida			
*Excelente fuente de fibra dietética, baja en grasa			
Tamaño de porción: 125g	Porciones por empaque: 8		
Nutriente	Unidades	Cantidad/Porción	%RID
Valor energético	kcal	460	25
Grasa total	g	1	0
Proteínas	g	5	6
Carbohidratos totales	g	108	35
Fibra dietética total	g	9	45
Hierro	mg	6	50
Calcio	mg	49	5
Magnesio	mg	86	29
Fósforo	mg	230	34
Zinc	mg	14	107
Potasio	mg	227	-
Sodio	mg	11	-

Los porcentajes de requerimientos diarios (%RID) están basados en una dieta de 2000 kcal/persona/día. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana (MSDS, 2000; INN, 1999).

Información nutricional
Pasta alimenticia con quinchoncho (*Cajanus cajan*) cocida

*Excelente fuente de fibra dietética, baja en grasa.			
Tamaño de porción: 125g	Porciones por empaque: 8		
Nutriente	Unidades	Cantidad/Porción	%RID
Valor energético	kcal	470	25
Grasa total	g	1	0
Proteínas	g	4	6
Carbohidratos totales	g	110	35
Fibra dietética total	g	8	45
Hierro	mg	6	49
Calcio	mg	47	5
Magnesio	mg	87	30
Fósforo	mg	230	34
Zinc	mg	9	67
Potasio	mg	240	-
Sodio	mg	9	-

Los porcentajes de requerimientos diarios (%RID) están basados en una dieta de 2000 kcal/persona/día. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana (MSDS, 2000; INN, 1999).

CONCLUSIONES

La extensión de pastas con 10% de harinas de leguminosas originó un producto con un mayor contenido de fibra dietética, fósforo y potasio, aceptado por el consumidor y cuya elaboración puede ser transferida a una cooperativa o pequeña empresa para su producción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las integrantes de la Cooperativa 8 de marzo por la gran colaboración prestada y por la donación de la sémola para el desarrollo de las pastas. Asimismo, agradecemos a la Ing. Maria Elena Morros, del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA, Lara) por los esfuerzos realizados para contactar a la Cooperativa y coordinar el trabajo allí realizado.

REFERENCIAS

- Sabanis D, Dokastakis G. New formulations for the production of pasta (lasagna) products enriched with chickpea flour. *J Sci Food Agric*. 2004;63: 66-73.
- Aular A. Estudio comparativo de datos sobre encuestas de consumo alimentario y hojas de balance de alimentos. *Anal Venezol Nutr*. 2000; 13 (2):94-100.
- AVEPASTA. Asociación Venezolana de Fabricantes de Pasta. 2006. Dis <http://www.avepastas.org.ve>
- Antognelli C. The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient: A review. *J Food Technol*. 1980; 15: 121-145.
- Torres A, Frias J, Granito M, Vidal-Valverde C. Fermented pigeon pea (*Cajanus Cajan*) ingredients in pastas products. *J Agric. Food Chem*. 2006; 54: 6685-6691.
- Torres A, Frias J, Granito M, Guerra M, Vidal-Valverde C. Pasta supplementation with free α -galactoside lupine flours: chemical, biological and sensory evaluation. *J Sci Food Agric*. 2006; 86:1-8.
- Granito M, Torres A, Guerra M. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y *Vigna sinensis*. *Interciencia*. 2003; 28(7):372-379.
- Modena V, Avarillo C. 2003. Metodología de incubación. Innovación. Praxis. Innovación & Transferencia de tecnología. Boletín sobre innovación de la Dirección General de Empresas de la Comisión Europea.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2000. Approved methods of the AACC. 10th Ed. St Paul. MN. p. 66-41.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Washington, DC. p.152-169.
- Prosky L, Asp NG, Scheweiser ET, Devries JW, Furda Y. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food product. Interlaboratory study. *J. Assoc. Off Anal Chem*. 1992;75:1017-1023.
- Holm J, Björck I, Drews A, Asp NG. A rapid method for the analysis of starch. *Starch/Staerke*. 1986;38:224-226.
- Hsu H, Vavak D, Satterlee L, Miller G. Multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J Food Sci*. 1977;42(5):1269-1273.
- Kakade M, Liener I. Determination of available lysine in proteins. *Anal Biochem*. 1969;27: 273-280.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS). 2000. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Publicación N° 53. Serie de Cuadernos Azules. Instituto Nacional de Nutrición. Caracas, Venezuela.
- Instituto Nacional de Nutrición (INN). 2001. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Practico. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela.
- COVENIN, 2001. Norma Venezolana COVENIN 2952:2001. Norma general para el rotulado de los alimentos envasados. 1^{ra} revisión. Venezuela.
- Samaan J, El-Khayat G, Manthey F, Fuller M, Brennan C. Durum wheat quality: II. The relationship of kernel physicochemical composition to semolina quality and end product utilization. *Int J Food Sci and Technol*. 2006; 41(Suppl 2):47-55.
- Soo C, Baik B. Cooking time of white salted noodles and its relationship with protein and amylase contents of wheat. *Cereal Chem*. 2004; 81(2):165-171.
- Casagrandi D, Canniatti-Brazaca S, Salgado J, Pizzinatto A, Novaes N. Análise- tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. *Rev Nutr*. 1999;12(2):137-143.
- Khouryieh H, Herald T, Aramouni F. Quality and sensory properties of fresh egg noodles formulated with either total or partial replacement of egg substitutes. *J Food Sci*. 2006; 71(6):S433-S437.
- Zhao Y, Manthey F, Chang S, Hou H, Yuan S. Quality characteristics of spaguetti as affected by green and yellow pea, lentil and chickpea flours. *J Food Technol*. 2005; 70(6):371-376.
- Ferreira M, Wang S, Souza P, Ramírez J. Qualidade de cozimento de massas de trigo e soja pré-cozidas por extração. *Pesq Agropec Brás*. 2004; 39(5):501-507.
- Manthey F, Saujanya Y, Dick T, Badaruddin M. Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. *Cereal Chem*. 2004; 81(2):232-236.
- Nielsen M, Summer K, Whalley L. Fortification of pasta with pea flour and air-classified pea protein concentrate. *Cereal Chem*. 1980;57(3):203-206
- Bergman C, Gualberto D, Weber C. Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata*) (L) Walp). *Arch Latinoam Nutri*. 1996; 46(2):146-153.
- Wittig E, Serrano L, Bungler A, Soto D, López L, Hernández N. Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes. *Arch Latinoam Nutri*. 2002; 52:91-100.
- Karppanen H, Mervaala E. Sodium intake and hypertension. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2006;49(2):59-75.
- Bressani R. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: Mucuna compared to other grain legumes. En: Food and feed from Mucuna: Current user and the way forward. Proceedings of an International Workshop. Honduras. 2002. p. 164-188.
- Wittig E. Evaluación Sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos. USACH, Chile. 1982. p. 73.

Recibido: 27-08-2008

Aceptado: 20-02-2009