

ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS A PARTIR DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y ZANAHORIA (*Daucus carota*)

PRODUCTION OF FOOD PASTAS ENRICHED FROM QUINUA'S (*Chenopodium quinoa wild.*) FLOUR AND CARROT (*Daucus carota*)

ELABORAÇÃO DE PASTA ALIMENTÍCIA ENRIQUECIDA A PARTIR DE FARINHA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) E CENOURA (*Daucus carota*)

ASTAÍZA M.¹, RUÍZ L.², ELIZALDE A.³

PALABRAS CLAVES:

Sémola, pastas funcionales, quinua, zanahoria, transferencia de tecnología.

KEY WORDS:

Semolina, functional pastas, quinua, carrot, transfers of technology.

PALAVRAS CHAVES:

Sêmola, pastas funcionais, quinua, cenoura, transferência de tecnologia.

RESUMEN.

La pasta de sémola es un alimento de consumo masivo, pero el valor biológico de su proteína es bajo, dada la deficiencia de lisina en la proteína del trigo. Al complementar la sémola con harina de quinua y zanahoria, se mejora la calidad de la proteína por ser la quinua muy rica en lisina y se incrementa el contenido de fibra soluble y vitamina A con la adición de zanahoria. Este estudio se desarrollo en dos etapas; en la Etapa I se elaboraron y se analizaron pastas enriquecidas con harina integral de quinua, con niveles de sustitución del 30%, 40% y 50%; en la Etapa II, se sustituyo con zanahoria un 15% de la fase liquida de la formulación que en la fase I presento mejor calidad. En las dos etapas se evaluó calidad de cocción, composición química y calidad sensorial de las pastas. La sustitución de la sémola por un 30% de harina de quinua, al igual que la inclusión de zanahoria en la formulación, permitió la obtención de un producto de mayor calidad nutricional y de excelente aceptación por el consumidor. Se logro un incremento significativo en la concentración de proteína y fibra, acompañado de una disminución en el contenido de carbohidratos; igualmente, mejoro el computo químico de las pastas pasando de 55.2% en las pastas control a 72.4 en las pastas enriquecidas con quinua. La calidad de cocción fue inferior en las pastas enriquecidas; sin embargo, las propiedades tecnológicas de las pastas se mantienen dentro de los rangos adecuados para su preparación.

Fecha de recibido para evaluación: 8 de noviembre 2009 . Aprobado para publicación: Febrero 19 de 2010

1 Ingeniera Agroindustrial, Universidad del Cauca - Facultad Ciencias Agropecuarias, Popayán, Colombia.

2 Ingeniera Agroindustrial. Universidad del Cauca – Facultad Ciencias Agropecuarias, Popayán, Colombia.

3 MSc. Ciencias de los Alimentos y Nutrición. Universidad del Cauca- Facultad Ciencias Agropecuarias, Popayán, Colombia.

Correspondencia: adelizaldeco@gmail.com

SUMMARY

The pasta of semolina is a food of massive consumption, but the biological value of its protein is low, the deficiency is given by the lysine in the protein of the wheat. To complemented the Semolina with quinua and carrot flour, the quality of the protein is improved because the quinua is high in lysine and there is increased the content of soluble fiber and A vitamin by the addition of carrot. This study is developed in two stages; in the First Stage it was elaborated and was analyzed the pastas enriched with quinua flour, with levels of substitution of 30 %, 40 % and 50 %; in the Second Stage, it was replaced with carrot 15 % of the liquid phase of the formulation that in the First phase was better in quality. There was evaluated the quality of boiling, chemical composition and sensory quality of the pastas. The substitution of the Semolina for 30 % of quinua flour, as the incorporation of carrot in the formulation, allowed the high nutritional quality pasta, with excellent acceptance by the consumer. It was achieved a significant increase in the concentration of protein and fiber, it was decreased the content of carbohydrates, it as improved the chemical calculation and the technological properties and It was kept inside the suitable ranges; all of it concluded that complementation of the semolina with quinua and carrot, in the elaboration of pastas, improves the nutritional quality of these and it is technologically feasible.

RESUMO

As pastas de sêmola de trigo é um alimento de consumo massivo, mas o valor biológico da sua proteína é baixo devido à sua deficiência em lisina. Ao complementar a sêmola com farinha de quinua e cenoura, não só se melhora a qualidade da proteína por complementaridade de aminoácidos entre a proteína do trigo e os aminoácidos da proteína de quinua, pseudo cereal muito rico em lisina, senão que também se incrementa o conteúdo de fibra e vitamina A com a cenoura. Este estudo se desenvolve em duas fases; na fase I elaboraram-se e analisaram-se pastas enriquecidas com farinha de quinua, com níveis de substituição do 30%, 40% e 50% na fase sólida da formulação; e uma fase II, na qual se substituiu com cenoura um 15% da fase líquida da formulação que na fase um apresentou melhor qualidade culinária e sensorial. Avaliou-se a qualidade culinária e as características químicas das pastas assim como a aceitabilidade e qualidade sensorial com consumidores de cinco bairros da cidade de Popayán. A complementaridade com farinha de quinua e cenoura, gerou incremento significativo no tempo de cocção e diminuição do incremento em peso e da porcentagem da água absorvida com relação às pastas controle; as perdas de sólidos por cocção foram menores do que nas pastas substituídas com relação às pastas controle. No âmbito do consumidor as pastas substituídas com farinha de quinua e com cenoura tiveram excelente aceitação. A porcentagem de proteína e fibra quantificadas nas pastas enriquecidas foi significativamente superior ao controle. No computo químico indicou melhor qualidade da proteína nas pastas enriquecidas. Por tanto se conclui que é a tecnológica, nutricional e socialmente factível a complementação da sêmola de trigo com quina e cenoura na elaboração de pastas. Este estudo mereceu o apoio financeiro do fundo empreendedor para seu escalamento ao nível semi-industrial.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [1], los problemas de malnutrición y hambre en los países en desarrollo, se sustentan en la falta de inclusión de micronutrientes en la dieta y en el bajo consumo de alimentos que contengan buena disponibilidad de proteína, energía y micronutrientes. Afirmaciones que son corroboradas según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional adelantada por el ICBF, 2006 [2], para el departamento

del Cauca; la cual reporta una prevalencia de deficiencia en la ingesta usual de proteína del 36% para Colombia y de 58.4% para el Cauca.. .

En atención a este diagnostico, es necesario el desarrollo de alimentos de consumo masivo y que aporten mayor calidad nutricional y que además contribuyan a mejorar la salud y el bienestar del consumidor. La pasta es un alimento de consumo masivo y de alta aceptabilidad a nivel mundial, debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento [3]. Así, en la presente

investigación se planteó desarrollar un nuevo tipo de pastas alimenticias enriquecidas, incorporando nuevas fuentes de proteína, fibra y vitamina A, utilizando la harina integral de quinua por su aporte en proteína y fibra y zanahoria por su aporte en fibra soluble y vitamina A.

El trigo es el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta, sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas viscoelásticas (gluten), que contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente [4]. Por tanto, la sémola de trigo, es la materia prima ideal para la fabricación de pasta [5]. Sin embargo, la pasta de trigo es un alimento nutricionalmente no balanceado, debido a su escaso contenido de grasa y fibra dietética, y al bajo valor biológico de su proteína, originado por las deficiencias de lisina [6].

La sustitución de la sémola de trigo con harina integral de quinua como fuente de lisina [7, 8, 9] y con zanahoria como fuente de fibra dietaria y carotenoides [10], contribuye a elevar el valor nutricional de las pastas, al generarse una mejora en la cantidad y calidad de la proteína de la pasta por una complementación de aminoácidos esenciales e incrementarse el contenido de vitamina A, minerales y fibra dietaria, incidiendo igualmente en la presentación de alternativas para la promoción del consumo de alimentos más saludables. Adicionalmente la inclusión de harina de quinua, contribuye a promover la recuperación y valoración de los granos andinos y la soberanía alimentaria, dando un valor agregado al uso de este seudocereal que se cultiva en el departamento del Cauca-Colombia y representa una alternativa para disminuir la dependencia de alimentos importados como el trigo [11, 12].

El objetivo de este trabajo fue desarrollar a escala de planta piloto pastas alimenticias más saludables y de mayor y mejor calidad proteica que las pastas tradicionales mediante la complementariedad de la sémola de trigo con harina de quinua bajo diferentes niveles de sustitución (30, 40 y 50%) en la fase sólida de la formulación de la pasta tradicional y con 15% zanahoria en la fase líquida de la formulación, igualmente evaluar el comportamiento culinario de las pastas enriquecidas y caracterizarlas química, nutricional y sensorialmente a nivel de consumidores, para finalmente escalar este producto a nivel semiindustrial por parte de las autoras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas. La adecuación de materias primas se realizó teniendo en cuenta la normatividad establecida por las diferentes entidades así:

Sémola de trigo: Norma del CODEX STAN 178-1991 (Rev. 1 – 1995)/NTC 420 [13]. La sémola de trigo *durum* fue adquirida en Industria de Harinas Tulúa Limitada, ubicada en el Departamento del Valle del Cauca.

Quinua: se adoptó la norma peruana ITINTEC 205.024 para quinua limpia [14]. Se utilizó grano de quinua de la variedad blanca Jericó o F8, suministrada por el programa de seguridad alimentaria Plan de Alimentación y Nutrición Escolar (PANES), de la Gobernación del Cauca. Se aplicaron las siguientes operaciones para adecuación del grano: eliminación de impurezas mediante un aspirador Bates, higienización del grano mediante la aplicación de lavados con agua potable mediante inmersión y fricción manual, luego desinfección con hipoclorito de sodio a una concentración de 10ppm durante 5 minutos, con posteriores lavados, secado hasta humedad final del 12%, usando un secador solar rustico, molienda seca (molino de discos) a granulometría (tamiz Tyler No. 30), empaque en bolsas de polipropileno y almacenamiento a temperatura ambiente ($23 \pm 3^{\circ}\text{C}$).

Huevo: los requerimientos de calidad para el huevo se encuentran establecidos en la Norma Técnica Colombiana 1240 [15]. Adecuación: higienización (inmersión en agua potable) y desinfección (hipoclorito de sodio a una concentración de 30 ppm), eliminación de cascara, homogenización (clara y yema)

Zanahoria: los requerimientos de calidad para la zanahoria se encuentran establecidos en la Norma Técnica Colombiana 1226 [16]. Adecuación: eliminación de impurezas, higienización (inmersión en agua potable) y desinfección (hipoclorito de sodio a una concentración de 20 ppm), escaldado a 85°C por cinco minutos (vapor directo), retiro de epidermis, corte y licuado, obtención de puré de zanahoria.

Elaboración de las pastas. Las pastas fueron elaboradas en el laboratorio de ensayos y desarrollo de productos de la planta para el procesamiento de granos y semillas de la Universidad del Cauca, siguiendo la

metodología propuesta por Elizalde A. [17]., la cual indica que la pasta es el resultado de la mezcla, homogenización y amasado de dos componentes: 70% de una fase sólida constituida generalmente por sémola de trigo (St) y 30% de fase líquida constituida por 85% de agua (a) y 15% de huevo (h).

Ingredientes y Formulación: el desarrollo de las pastas enriquecidas se efectuó en dos etapas: **Etapa I. Pastas enriquecidas con harina de quinua**, se incluyó un control (M₀) y tres tipos de pasta (M₁, M₂ y M₃) en las cuales se sustituyó la sémola de trigo por 30%, 40% y 50% de harina de quinua respectivamente, sustituciones efectuadas en la fase sólida de la formulación y **Etapa II. Pastas enriquecidas con quinua y zanahoria**, con el interés de magnificar la calidad nutricional de la pasta y poner a disposición del consumidor un alimento funcional, se complementa con zanahoria la pasta enriquecida con quinua, cuyo nivel de sustitución evaluado en la etapa I, presentó los mejores resultados de calidad en las pruebas de cocción y evaluación sensorial. Los ingredientes y formulación, para las dos etapas se detallan en el Cuadro 1.

En cada etapa se evaluó calidad de cocción incluyendo cinco determinaciones o replicas por formulación. Igualmente, se evaluó la calidad sensorial. Adicionalmente, en la etapa II se evaluó la composición química de las pastas.

El amasado y homogenización se efectuó mecánicamente mediante un mezclador marca HAVAR; inicialmente se mezclaron la sémola de trigo y la harina de quinua por 5 minutos, concluido este tiempo se adicionó lentamente la mezcla de agua, huevo (fase I) (agua, huevo y zanahoria (fase II) y se amasó por 20 minutos, tiempo suficiente para obtener una masa homogénea, plástica y fácilmente moldeable. La masa obtenida se laminó con un rodillo automático de acero inoxidable (MARCA JAVAR), hasta alcanzar un espesor

de aproximadamente 2 mm, seguidamente se extendió sobre una tabla de poliuretano y se cortó manualmente en tiras de 1 cm de ancho por 20 cm de largo (forma para tallarines).

Posteriormente se hizo un presecado, los tallarines fueron colocados en bandejas de acero inoxidable, dejándose en un cuarto aislado con características de área blanca, a temperatura ambiente durante 24 horas. Después de este tiempo se trasladaron a una cabina artesanal elaborada por las autoras, donde se mantuvieron a una temperatura de 45°C y 65% de humedad relativa, hasta obtener una humedad final del 11%.

Calidad Culinaria o de Cocción. Se evaluó el tiempo de cocción, según la metodología descrita por Armendáriz S. [18]; incremento en peso y pérdidas por cocción según metodología descrita por Lees R. [19] y porcentaje de agua absorbida, aplicando la metodología descrita por Bernal de Ramírez I. [20].

Evaluación sensorial. Las formulaciones propuestas y elaboradas en sus diferentes formulaciones, fueron sensorialmente evaluadas aplicando la metodología descrita por algunos autores [21, 22], para pruebas afectivas, aplicando la escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde el nivel de aceptabilidad se da dentro del rango 1 “me disgusta muchísimo” a 9 “me gusta muchísimo”. Este ensayo contó con un panel de 70 personas (Fase I) 30 personas (Fase II), consumidores potenciales de pastas alimenticias (amas de casa), que no recibieron ningún tipo de entrenamiento para desarrollar la prueba y fueron escogidas aleatoriamente en 5 barrios (Palacé, los Hoyos, la María Occidente, Santa Lucia y San José) de la ciudad de Popayán. Las pastas fueron evaluadas después del proceso de cocción, sirviendo a cada panelista 120 gramos de cada pasta a evaluar y libres de aderezos y sin acompañamiento de otro tipo de alimento.

Cuadro 1. Ingredientes y formulación de las pastas.

Ingredientes (%)	Etapa I				Etapa II	
	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M _{1z}
Fase sólida (70%)						
Sémola de trigo <i>durum</i> (St)	100	70	60	50	70	70
Harina integral de quinua (Hq)	0	30	40	50	30	30
Fase líquida (30%)						
Agua (a)	85	85	85	85	85	70
Huevo (h)	15	15	15	15	15	15
Puré de zanahoria (z)	0	0	0	0	0	15

Composición química y Calidad proteica. Las pastas secas (base húmeda, 10-11%), se molieron hasta un tamaño de partícula de 80 mesh. Las harinas provenientes de las 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 [23]. El contenido de fibra bruta y extracto no nitrogenado se determinó mediante el método de digestión ácido alcalina. El contenido de carbohidratos totales fue calculado por diferencia restando el porcentaje de humedad, proteínas, grasas y cenizas. La calidad proteica de las pastas se cuantificó teóricamente mediante el cómputo químico, utilizando el patrón sugerido por la FAO/WHO/UNU [24].

Análisis estadístico: Los resultados de la calidad culinaria tanto para la Fase I como para la Fase II, fueron expresados como el promedio de cinco determinaciones por tratamiento \pm desviación estándar; los resultados de composición química fueron expresados como el promedio de tres determinaciones por tratamiento \pm desviación estándar para la Fase II. La comparación de medias se realizó mediante el análisis de varianza de unifactorial (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 $p \leq 0,01$.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

FASE I. EVALUACIÓN DE NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE SÉMOLA DE TRIGO POR HARINA DE QUINUA.

Calidad culinaria de las pastas enriquecidas con harina de quinua. En el Cuadro 1 se presentan los

resultados de las pruebas de cocción medidas en las pastas. Al comparar las pastas enriquecidas con harina de quinua (M_1 , M_2 , M_3) con la pasta control (M_0), se encontró un incremento significativo en el tiempo de cocción de M_1 , M_2 , M_3 . Los 15 minutos cuantificados para las pastas control (M_0) se incrementaron en 10 minutos para M_1 , M_2 y M_3 , no encontrándose diferencia significativa entre los tres niveles de sustitución. Similarmente, el porcentaje de pérdidas por cocción se incrementó significativamente en las pastas sustituidas con relación al control; el 2.15% cuantificado en M_0 , se incrementó en 0.2%, 0.74%, 1.21% para M_1 , M_2 y M_3 , respectivamente, variando significativamente entre sí. Cuadro 2.

El incremento en peso por cocción disminuyó significativamente en 3.71g, 8.08g y 9,24g para M_1 , M_2 y M_3 respectivamente, variando significativamente entre sí. De igual manera, el porcentaje de agua absorbida disminuyó significativamente en 4.59%, 37.35% y 53.99% para M_1 , M_2 , M_3 respectivamente, variando significativamente entre los distintos niveles de sustitución. El tiempo de cocción, influye sobre la textura y el sabor de las pastas; si las pastas no quedan bien cocidas su textura es dura y su sabor es característico de la harina y si el tiempo de cocción es mayor al requerido, se desintegran, presentan una textura muy blanda y pegajosa y su color cambia, aspectos considerados desagradables por los consumidores [25]. Los tiempos óptimos de cocción cuantificados en las pastas enriquecidas con harina de quinua M_1 , M_2 y M_3 , fueron superiores en 10 minutos con respecto al tiempo cuantificado en la pasta control M_0 . Esto podría explicarse si se tiene en cuenta la forma y el tamaño de las pastas, los tallarines comerciales elaborados con 100% de sémola de trigo, son láminas con aproximadamente 25 cm de largo y un

Cuadro 2. Calidad de cocción las pastas de pastas enriquecidas con harina de quinua

Tratamiento variable de respuesta	M_1 (30% Hq y 70% St) n=5	M_2 (40% Hq y 60% St) n=5	M_3 (50% Hq y 50% St) n=5	M_0 (100% St). n=5
Tiempo de cocción minutos	25 \pm 0.01 ^b	25 \pm 0.02 ^b	25 \pm 0.08 ^b	15 \pm 0.25 ^a
Incremento en peso (g)	28.88 \pm 0.24 ^b	24,51 \pm 2.01 ^c	23,35 \pm 0.21 ^d	32,59 \pm 0.77 ^a
Agua absorbida (%)	121.01 \pm 2.46 ^b	88.25 \pm 1.14 ^c	71.61 \pm 2.60 ^d	125.60 \pm 1.17 ^a
Pérdidas por cocción (%)	2.35 \pm 0.05 ^b	2.89 \pm 0.07 ^c	3.36 \pm 0.16 ^d	2.15 \pm 0.09 ^a

St = Sémola de trigo. Hq = Harina de trigo.

n= determinaciones por tratamiento \pm desviación estándar. Valores con letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas $p \leq 0.01$

espesor de 1mm, mientras que las pastas enriquecidas tenían un promedio de 18 cm de largo y un espesor de 2mm; según algunos autores [20, 26], el grado de absorción de agua de harina de trigo es mayor con respecto a otras harinas, de donde puede inferirse que la harina integral de quinua pudo haber dificultado la gelatinización del almidón y la formación del gluten en las pastas enriquecidas y consecuentemente incremento en el tiempo de cocción, menor incremento en peso y menor absorción de agua en las pastas enriquecidas con quinua. Hallazgos similares, en cuanto a mayor tiempo de cocción, han sido reportados por otros autores para pastas extendidas con el 10% de harinas de leguminosas [27].

Por otra parte, en las pastas enriquecidas con harina de quinua (M_1 , M_2 , M_3), no se obtuvo el incremento en peso esperado, pues fue significativamente inferior al de la pasta control (M_0), mostrando a su vez una disminución significativa a medida que se incrementa el nivel de sustitución; lo cual puede atribuirse a la naturaleza del almidón de la quinua, que podría ser considerado como un tipo de almidón resistente, lo cual está en concordancia con lo planteado por Jenkins D. et al. [28], quien plantea que una importante cantidad de almidón nativo de algunos cereales y leguminosas esta encapsulado por paredes celulares que impiden su hidratación y posterior gelatinización.

En relación a las pérdidas por cocción, se ha reportado que la sustitución de la sémola por otro ingrediente

en la formulación de las pastas, genera un aumento en la pérdida de sólidos por cocción proporcional al porcentaje de sustitución debido a que interfieren con la formación de la matriz proteica del gluten debilitándola [29,30]. Igualmente, el uso de bajas temperaturas para el secado de las pastas incrementa las pérdidas de los sólidos por cocción [31]. Lo anterior explica las mayores pérdidas por cocción cuantificadas en las pastas enriquecidas con quinua con relación a las pastas control y el incremento de las pérdidas a medida que se incrementa el nivel de sustitución de la sémola por quinua. No obstante, el porcentaje de pérdidas por cocción, en todos los tratamientos, fue inferior al 9%, aspecto que puede ser considerado muy positivo, si se considera que las pérdidas por cocción de las pastas debe ser inferior al 9%, según lo han planteado algunos autores [5,32]

Evaluación sensorial de las pastas enriquecidas con harina de quinua. Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para los tratamientos o niveles de inclusión M_1 (30% Hq y 70% St), M_2 (40% Hq y 60% St), M_3 (50% Hq y 50% St) y M_0 (100% St), se agruparon de acuerdo con la calificación dada por cada juez, dichos resultados se muestran en el cuadro 3.

Los resultados de evaluación sensorial con consumidores, indicaron que la pasta con mayor aceptación fue la M_1 , en el cual la sémola de trigo se sustituyó en un 30% por harina de quinua, con una calificación de aceptabilidad "me gusta mucho" por el 41.43% de los

Cuadro 3. Resultados de la evaluación sensorial para las pastas enriquecidas con harina de quinua, niveles de aceptabilidad por consumidores (n=70), expresados en porcentaje (%)

Escala Hedónica		Aceptabilidad por Consumidores (%)			
Puntaje	Nivel de Aceptación	M_1	M_2	M_3	M_0
9	Me gusta muchísimo	11.42	8.57	8.57	7.14
8	Me gusta mucho	41.43	27.14	21.43	21.42
7	Me gusta moderadamente	18.57	21.43	28.57	28.57
6	Me gusta un poco	14.23	14.29	12.86	12.86
5	Ni me gusta ni me disgusta	5.71	10.0	8.57	8.57
4	Me disgusta un poco	5.71	10.0	14.29	14.29
3	Medisgusta moderadamente	2.83	8.57	4.29	4.29
2	Me disgusta mucho			1.43	2.86
1	Me disgusta muchísimo				
Total		100	100	100	100

M_1 (30% Hq y 70% St); M_2 (40% Hq y 60% St); M_3 (50% Hq y 50% St) y M_0 (100% St)
St = Sémola de trigo. Hq = Harina de trigo.

jueces y del 27.14% y 21.43% para los tratamientos M2 y M3 respectivamente; mientras que la pasta control M0 (100% sémola de trigo), en esta misma categoría obtuvo un nivel de aceptación por el 21,42% de los jueces.

La respuesta de los consumidores concuerda con los resultados obtenidos en las pruebas de cocción en las cuales la pasta M1 obtuvo los mejores resultados para: tiempo de cocción, incremento de peso, porcentaje de agua absorbida y porcentaje de pérdidas por cocción con respecto a los tratamientos M2 (sustitución de la sémola en un 40%) y M3 (sustitución de la sémola en un 50%), lo anterior permitió la selección de M1 como formulación base para continuar con la etapa II.

ETAPA II. ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON QUINUA Y ZANAHORIA.

Calidad culinaria de las pastas enriquecidas con harina de quinua y zanahoria. En el cuadro 4, se presentan los resultados de tiempo de cocción, incremento de peso, cantidad de agua absorbida y pérdidas por cocción. Al comparar las pastas enriquecidas en la fase sólida con 30% de harina de quinua (M1) con las pastas enriquecidas con harina de quinua y zanahoria en las fases sólida y líquida de la formulación, no se encontró diferencia significativa entre los dos tratamientos (M1 y M1z) para ninguna de las variables evaluadas, de lo anterior se deduce que la adición de zanahoria en la fase líquida de la formulación de las pastas enriquecidas con quinua al 30% de sustitución, no afectó su calidad de cocción de las pastas

Evaluación sensorial de las pastas enriquecidas con quinua y zanahoria. De igual manera como se procedió

en la Etapa I, después de la evaluación de la calidad de cocción en las pastas, se aplicó la evaluación sensorial, porque un criterio determinante en el desarrollo de nuevos productos, es necesario aplicar pruebas de aceptabilidad con el consumidor, para así conocer su reacción, y así poder detectar y corregir las deficiencias del producto antes de lanzarlo al mercado [33]. La evaluación sensorial de las pastas enriquecidas con harina de quinua (M1) y con harina de quinua y zanahoria (M1z), se realizó con un grupo de 30 jueces no entrenados diferentes a los jueces que participaron en la evaluación de la primera etapa. Los resultados de la evaluación sensorial se presentan en el Cuadro 5.

La aceptación por parte de los consumidores, de las pastas enriquecidas con harina de quinua M₁ y de las enriquecidas con quinua y zanahoria M_{1z}, fueron muy afines encontrándose la mayoría en las categorías 6, 7, 8, y 9. El nivel de aceptabilidad para las pastas M₁ y M_{1z}, en la categoría me gusta muchísimo alcanzó el 30% mientras que el nivel de aceptación de la pasta control para la misma categoría solo fue del 6.66%; en la categoría me gusta mucho el tratamiento M₁ tiene un nivel de aceptabilidad del 23,31%, en tanto M_{1z} alcanza el 26,64%; y la pasta control tiene una aceptabilidad del 19.98%; estas respuestas nos permiten concluir que las pastas enriquecidas con quinua M₁ y con quinua y Zanahoria M_{1z}, tuvieron mayor aceptabilidad por el consumidor que las pastas control, y que la inclusión de zanahoria a la mezcla no afecta la calidad sensorial de la pasta M₁, que por el contrario hace más atractiva la pasta por su color.

Composición química de las pastas. En el cuadro 6, se presentan los resultados del análisis proximal o

Cuadro 4. Calidad culinaria de las pastas enriquecidas con harina de quinua y zanahoria.

Variable evaluada	M ₁ (n=5)	M _{1z} (n=5)
Tiempo de cocción (minutos)	25 ± 0.01 ^a	25 ± 0.01 ^a
Aumento de peso (g)	28.62 ± 0.06 ^a	28.57 ± 0.06 ^a
Cantidad de agua absorbida (%)	119.73 ± 0.05 ^a	119.71 ± 0.09 ^a
Perdida de sólidos por cocción (%)	2.47 ± 0.03 ^a	2.46 ± 0.09 ^a

M1 = (30% Hq, 70% St) fase sólida + (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación

M1z = (30% Hq, 70% St) fase sólida + (70% a, 15% h, 15% zanahoria) fase líquida de la formulación

St = Sémola de trigo, Hq = Harina de quinua, a = agua, h = huevo, z = zanahoria

n = Número de determinaciones por tratamiento ± desviación estándar. Valores con letras distintas son estadísticamente diferentes según el método t Student p ≤ 0.01

Cuadro 5. Resultados de la evaluación sensorial para las pastas enriquecidas con harina de quinua (M1) y con harina de quinua y zanahoria (M2); niveles de aceptabilidad por consumidores (n=30), expresados en porcentaje (%)

Escala Hedónica		Aceptabilidad por Consumidores (%)		
Puntaje	Nivel de Aceptación	M1	M1z	M0
9	Me gusta muchísimo	29.97	29.97	6.66
8	Me gusta mucho	23.31	26.64	19.98
7	Me gusta moderadamente	19.98	16.65	26.64
6	Me gusta un poco	16.65	16.65	16.65
5	Ni me gusta ni me disgusta	8.66	3.33	9.99
4	Me disgusta un poco	3.33	6.66	13.32
3	Me disgusta moderadamente			6.66
2	Me disgusta mucho			
1	Me disgusta muchísimo			
Total		100	100	100

M₁ = (30% H q, 70% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación)

M_{1z} = (30% H q, 70% St) fase solida+ (70% a, 15% h, 15% zanahoria) fase líquida de la formulación)

M₀ = [(100% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación]

St = Sémola de trigo, Hq = Harina de trigo, a= agua, h= huevo, z= zanahoria

Cuadro 6. Composición química de las pastas enriquecidas con quinua (M₁), con quinua y zanahoria (M_{1z}) y de la pasta control o pasta comercial (M₀), g/100g

Variable evaluada	M ₁ (n=3)	M _{1z} (n=3)	M ₀ (n=3)
Humedad	11,12 ± 0,006 ^a	11,24 ± 0,010 ^a	11,43 ± 0,010 ^a
Proteína	14,90 ± 0,010 ^a	14,90 ± 0,068 ^a	13,32 ± 0,065 ^b
Fibra	2,86 ± 0,006 ^b	3,38 ± 0,107 ^a	1,96 ± 0,010 ^c
Carbohidratos	70,76 ± 0,006 ^a	69,71 ± 0,141 ^b	72,66 ± 0,040 ^c
Cenizas	0,36 ± 0,006 ^a	0,56 ± 0,008 ^a	0,35 ± 0,006 ^a
Extracto etéreo	0,20 ± 0,010 ^a	0,19 ± 0,010 ^a	0,29 ± 0,010 ^a

M₁ = [(30% H q, 70% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación]

M_{1z} = [(30% H q, 70% St) fase solida+ (70% a, 15% h, 15% zanahoria) fase líquida de la formulación]

M₀ = [(100% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación]

St = Sémola de trigo, Hq = Harina de quinua, a= agua, h= huevo, z= zanahoria

n= determinaciones por tratamiento ± desviación estándar. Valores con letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas p ≤ 0.01

caracterización química de la pasta control Mo (100 St) y las pastas enriquecidas con quinua en la fase solida de la formulación M₁ [(30% Hq y 70% St) fase solida de la formulación+ (85% a, 15% h) fase líquida de la formulación]) y enriquecidas con quinua y zanahoria M_{1z} [(30% Hq y 70% St) fase solida de la formulación + (70% a, 15% h, 15% z) fase líquida de la formulación)]. El contenido de proteína se incremento significativamente paso de 13.32% cuantificado para las pastas control M₀ a 14.90% para las pastas enriquecida M₁ y M_{1z}, no encontrándose diferencia significativa entre las pastas enriquecidas con quinua y las pastas enriquecidas con quinua y zanahoria, logrando así el objetivo propuesto de incrementar la concentración de proteína en la pasta. De igual manera el contenido de

fibra se incremento significativamente en las pastas enriquecidas con quinua al 30% de sustitución (M₁) y con quinua y zanahoria (M_{1z}); pasando de 1.96% cuantificado en las pastas control a 2.86% cuantificado en las pastas enriquecidas con quinua (M₁) y a 3.38% en las pastas enriquecidas con quinua y zanahoria (M_{1z}) encontrándose diferencia significativa entre M₁ y M_{1z} Siendo mayor el contenido de fibra de la pasta enriquecida con quinua y zanahoria, de donde se puede inferir que hubo un incremento significativo en el contenido de fibra soluble con la adición de zanahoria a la formulación y que las dos formulaciones (M₁ y M_{1z}), son alimentos saludables y pueden ser consideradas como alimentos funcionales por su aporte en fibra y carbohidratos resistentes.

El contenido de carbohidratos, disminuyo significativamente en las pastas enriquecidas con quinua (M_1) y con quinua y zanahoria (M_1z), pasando de 72,66% cuantificado en las pastas control a 70.76% en M_1 y a 69.71% en M_1z , igualmente se registraron diferencias significativas entre los dos tipos de pasta enriquecidas (M_1 y M_1z). No se encontraron diferencias significativas en los contenidos de cenizas, humedad y extracto etéreo cuantificados en las pastas control M_0 con respecto a las pastas enriquecidas (M_1 y M_1z), tampoco se registraron diferencias significativas en los valores cuantificados para estos parámetros entre M_1 y M_1z

Computo químico.

Un alimento es valorado no solo por su cantidad de proteína sino por su calidad, es decir por su contenido y balance de aminoácidos limitantes [34, 35], el trigo al igual que otros cereales es deficiente en lisina, en tanto que la quinua es valorada por su alto contenido de lisina; por tanto, se espera que la mezcla sémola y quinua en la formulación de las pastas, mejora la calidad de la proteína en las pastas.

En el cuadro 7 se presentan los valores de cómputo químico o computo de aminoácido para las pastas control como para las pastas enriquecidas.

El computo aminoácido para la proteína del trigo *durum* (sémola) es de 46.6%; presentando como

aminoácido limitante la lisina, mientras que la proteína de la quinua no presenta ningún aminoácido limitante. Por tanto, al sustituirse la sémola en un 30% con harina de quinua el valor proteico de las pastas se incrementa, pasando de un computo aminoácido de 55.2% en las pastas comerciales (M_0), a un computo aminoácido de 72.4% en las pastas enriquecidas con quinua, y con quinua y zanahoria; lo anterior debido a que se incrementa el nivel de lisina, gracias a la complementariedad de aminoácidos entre las proteínas del trigo y las proteínas de la quinua.

CONCLUSIONES

La sustitución de sémola de trigo tanto con un 30% de harina integral de quinua (fase solida) como con un 30% de harina integral de quinua (fase solida) y con 15% de zanahoria (fase liquida), en la formulación de pastas alimenticias, permitió la obtención de un producto de mayor calidad nutricional y de excelente aceptación por el consumidor, se logro un incremento significativo la concentración de proteína y fibra acompañado de una disminución en el contenido de carbohidratos; igualmente se mejoro el computo químico de las pastas pasando de 55.2% en las pastas control a 72.4 en las pastas enriquecidas con quinua, incrementando la concentración de lisina por complementariedad de aminoácidos. La calidad culinaria fue inferior en las pastas enriquecidas con quinua, sin embargo las propiedades

Cuadro 7. Promedio de composición de aminoácidos esenciales en Patrón, quinua, trigo duro, pastas comerciales (spaquettis), pastas enriquecidas con quinua (M_1), pastas enriquecidas con quinua y zanahoria (M_1z), valores expresados en mg de aa/g de proteína. Todos los valores se encuentran expresados como mg de aminoácido esencial por gramo de proteína disponible en el alimento (mg/g).

Patrón ^{a, b} Tipo de grano (% promedio de proteína)	Composición promedia de aminoácidos esenciales mg/g proteína contenida en el grano (Patrón ^a , Tipo de grano ^c y en la formulación)									Cq.	AAL
	His	Iso	Leu	Lis	Met+ Cis	Fen+ Tir	Tre	Tri	Val		
FAO/OMS/UNU ^{a, b} Prescolares	19	28	66	58	25	63	34	11	35		
Quinua (16%) ^c	29	70	76	71	38	63	51	12	43	100	Np
Trigo duro (13%) ^c	20	43	67	27	37	87	29	12	46	46.6	Lis
M_0 (13.3%) ^c	23	49	65	32	33	83	38	12	55	55.2	Lis
M_1 (14.9%) ^d	23	52	70	42	37	79	37	12	45	72.4	Lis

M_1 = [(30% H q, 70% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase liquida de la formulación]

M_0 = [(100% St) fase solida+ (85% a, 15% h) fase liquida de la formulación]

Cq= Computo químico; AAL= Aminoácido limitante; Np=no presenta.

Fuentes: FAO/OMS/UNU^a, 1985; Suárez, Kislansky y López, 2006^b; Orr y Watt, 1968^c; este estudio (cálculos teóricos a partir de porcentaje de proteína y mg de aa/g de proteína ^c)

tecnológicas de las pastas se mantienen dentro de los rangos adecuados para su preparación.

Mediante la adición de zanahoria a la formulación de la pasta enriquecida con quinua, se incrementa el contenido de fibra, se mantiene el contenido y calidad de proteína y disminuye la concentración de carbohidratos con respecto a las pastas enriquecidas con quinua, igualmente, se mantiene la aceptación del consumidor en la categoría “me gusta muchísimo”. Por tanto se concluye que se logra la obtención de una pasta más saludable de mejor calidad nutricional y con características de alimento funcional.

El desarrollo de esta investigación permitió el reconocimiento y apoyo del Fondo Emprender para escalamiento del producto a nivel semiindustrial.

REFERENCIAS

- [1] LATHAM M. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo [serial on the Internet]. 2004 [cited 2006 Jun 16]: Available from. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/w0073s/w0073s0f.htm
- [2] Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia: ENSIN 2005. [serial on the Internet]. 2005 [cited 2008 April 19]: Available from: http://www.icbf.gov.co/ESPANOL/ENSIN_PAGINA%20WEB%202005.pdf.
- [3] 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.
- [4] FEILLET, Pierre. Conocimiento actual sobre bioquímica de la cocina culinaria de las pastas. Montpellier: INRI, 1984. p. 551-566.
- [5] HOSENEY, C. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 269-274.
- [6] ANTOGNELLI, C. Fabricación y uso de las pastas como alimento y como ingrediente. s.l. Springer, 1980. p. 121-145.
- [7] AYALA, G., ORTEGA, L. y MORON, C. Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro: Quinua (*Chenopodium quinoa* W.): Valor nutritivo y usos de la quinua [en línea], Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Chile, Santiago], 2001 [citado 13 Junio, 2008] disponible desde Internet URL: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>
- [8] FAO. Tabla de composición de alimentos de América Latina [On line]. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 1997 [citado el 15 noviembre, 2006]. Disponible en internet: URL: www.rlc.fao.org/bases/alimentos/busca.asp
- [9] ORR M. L. y WATT B.K. Amino Acid Content Of Foods. Household Economics Research Report. Institute of Home Economics Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, 1968. p.28,30.
- [10] MORENO ROJAS, Rafael. Nutrición y dietética para tecnólogos de alimentos. Buenos aires: Díaz de santos, 2000. p 41-44.
- [11] MARTÍNEZ C., Héctor; ACEVEDO G., Ximena. La cadena de cereales, alimentos Balanceados para animales, avicultura y Porcicultura en Colombia Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. [En línea]. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agro cadenas Colombia, [citado 26 agosto de 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.agrocadenas.gov.co>
- [12] TOVAR E. Entre sembrar e importar. En: El tiempo, Bogotá : (13-20 abril, 2008); p.4, Sección domingo a domingo.
- [13] NORMA DEL CODEX. Sémola y harina de trigo duro. CODEX STAN, 1991. 5p. (Rev. 1 – 1995)
- [14] INSTITUTO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS. Especificaciones técnicas: Quinua entera limpia. Lima, Perú: ITINTEC; 1992.
- [15] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Huevos de gallina frescos para consumo. Bogotá: ICONTEC, 1975. 4p. (NTC 1240).
- [16] _____. Hortalizas y Verduras. Bogotá: ICONTEC, 1975. 6p.: II (NTC 1226).
- [17] ELIZALDE C., Ana de Dios. Manual de prácticas: Tecnología de granos y semillas. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de ciencias agropecuarias, s.f. p. 76-82. ISBN 958 – 9475 – 58 – 2.
- [18] ARMENDÁRIZ S., José Luis. Procesos de cocina. Thomson: Madrid, 2006. p. 115-157.
- [19] LEES, R. análisis de los alimentos métodos analíticos y de control de calidad. Zaragoza: Acribia. s.f. p. 182, 201-202, 216, 268
- [20] BERNAL DE RAMÍREZ Inés. Análisis de alimentos. Santa Fe de Bogotá: Universidad nacional de Colombia, 1998. p. 44-46, 63-64.

- [21] ANZALDÚA MORALES, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia. 1994. p 1-192.
- [22] MAHECHA LATORRE, Gabriela. Evaluación sensorial en el control de calidad de alimentos procesados. Bogotá: Universidad Nacional, 1985. p. 9 – 35,108.
- [23] Association of Official Analytical Chemists (AOAC).1990. Official Methods of Analysis. 15 th Ed. Washington, D.C. p.152-169.
- [24] FAO/WHO/UNU. Expert Consultation. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. World Health Organization, Geneva, 1985
- [25] SAMAN 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.
- [26] VIDAL C, Carmen y MARINÉ F, Abel. Guía de nutrición y salud: La pasta y su papel en la Dieta Mediterránea [On line]. Barcelona, 2002. [citado 26 de enero 2006]. Disponible en: URL: <http://www.nutriguia.com>.
- [27] GRANITO, M. y ASCANIO V. Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas. Arch Latinoam Nutri.2009; 59(1):71-77.
- [28] JENKINS, D. et al. Alimentos y fibra almidonados: índice reducido de la digestión y del metabolismo mejorado del carbohidrato. Departamentos de la medicina metabólica de Nutrición y de la dietética, escuela imperial de la universidad de la medicina, hospital de Hammersmith: Londres, 1987. p.131-141.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] BERGMAN C, GUALBERTO D, WEBER C. Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata*). Arch Latinoam Nutr. 1996; 46(2): 146-153
- [32] DALLA, R. et al. Diario de la ciencia de los alimentos: Cinética de la modificación físico-química y reológica de diversos productos de las pastas durante su proceso de cocción. Italia: Universidad de Udine, 1996. p. 15-19.e
- [33] BAHAMÓN, M. Y ARANGO L.M. Diseño de nuevos productos en énfasis en vida útil. Bogotá. ACTA - Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2006. 50p.
- [34] BELLO GUTIERREZ, José. Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Madrid: Díaz de santos: 2000. p. 55,65, 251.
- [35] SUARES, L. M; KISLANSKY, A y LÓPEZ, L. B. Evaluación de la Calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. Nutrición Hospitalaria. 2006. p. 21,47-51.