

Original

Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinoa para la dieta de preescolares

P. Cerezal Mezquita¹, E. Acosta Barrientos², G. Rojas Valdivia², N. Romero Palacios³ and R. Arcos Zavala⁴

¹Departamento de Alimentos de la Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta. Antofagasta, Chile. ²Ingeniera en Alimentos. Titulada de la Universidad de Antofagasta. Antofagasta, Chile. ³Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. ⁴Director de la Corporación de Ayuda al Ser Desnutrido (CORASEDE). Calama. Antofagasta, Chile.

Resumen

En la presente investigación se desarrolló una bebida de alto contenido proteico a partir de la mezcla de los extractos líquidos de un pseudocereal, quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y de dos plantas leguminosas: algarrobo (*Prosopis chilensis (Mol.) Stunz*) y lupino (*Lupinus albus L.*), provenientes del altiplano andino de la macrozona norte de Chile, saborizándose con pulpa de framuesa, para contribuir en la alimentación de niños entre 2 y 5 años de estrato socio-económico bajo con deficiencias nutricionales. La formulación se definió por Programación Lineal, se determinó su composición por análisis proximal y se realizaron pruebas físicas, microbiológicas y de aceptación sensorial. Al concluir los 90 días de almacenamiento la bebida obtuvo un contenido de proteínas de 1,36%, siendo el triptófano el aminoácido limitante; por su parte, las coordenadas de cromaticidad del espacio de color CIEL*a*b* no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) manteniéndose la tonalidad de "rosado oscuro", la viscosidad y la evaluación sensorial resultaron aceptables.

(Nutr Hosp. 2011;27:232-243)

DOI:10.3305/nh.2012.27.1.5390

Palabras clave: *Bebida de alto contenido proteico. Extractos de algarrobo, quinua y lupino. Propiedades físicas, químicas y sensoriales.*

DEVELOPMENT OF A HIGH CONTENT PROTEIN BEVERAGE FROM CHILEAN MESQUITE, LUPINE AND QUINOA FOR THE DIET OF PRE-SCHOOLERS

Abstract

This research was aimed at developing a high content protein beverage from the mixture of liquid extracts of a pseudocereal, quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) and two legumes: mesquite (*Prosopis chilensis (Mol.) Stunz*) and lupine (*Lupinus albus L.*), native from the Andean highlands of the Chilean northern macro-zone, flavored with raspberry pulp, to help in the feeding of children between 2 and 5 years of lower socioeconomic status with nutritional deficiencies. The formulation was defined by linear programming, its composition was determined by proximate analysis and physical, microbiological and sensory acceptance tests were performed. After 90 days of storage time, the beverage got a protein content of 1.36%, being tryptophan the limiting amino acid; for its part, the chromaticity coordinates of CIEL*a*b* color space showed no statistical significant differences ($p < 0.05$) maintaining the "dark pink" tonality, the viscosity and the sensory evaluation were acceptable for drinking.

(Nutr Hosp. 2012;27:232-243)

DOI:10.3305/nh.2012.27.1.5390

Key words: *High content protein beverage. Extracts of quinoa, mesquite and lupine. Physical, chemical and sensory properties.*

Correspondencia: Pedro Cerezal Mezquita.

Ingeniero Civil Químico.

Especialista en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Doctor en Ciencias Técnicas (Mención Alimentos).

Profesor Asociado del Departamento de Alimentos.

Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta.

Avda. Universidad de Antofagasta. Campus Coloso, Casilla 170.

Antofagasta, Chile.

E-mail: pcerezal@uantof.cl

Recibido: 13-VI-2011.

1.ª Revisión: 12-VII-2011.

Aceptado: 30-VIII-2011.

Introducción

La formulación de mezclas de cereales y leguminosas, permite obtener un mejoramiento del balance aminoacídico, lo que se traduce en un valor superior en la calidad de la proteína comparado con la de cada uno por separado, debido a que las leguminosas son una mejor fuente de lisina que los cereales y éstos representan una fuente superior de aminoácidos azufrados¹.

El Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta, Chile, como parte de los trabajos realizados en conjunto con la Corporación de Ayuda al Ser Desnutrido (CORASEDE) elaboró productos de alto contenido proteico a partir de materias primas altiplánicas lupino (*Lupinus albus L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)² que combinadas con cereales tradicionales de bajo costo (arroz, maíz), permitieron desarrollar mezclas sólidas y semisólidas, las que han sido una alternativa de consumo para grupos de niños en riesgo de desnutrición y además ayudan a complementar una dieta sana³. Considerando que se ofertan poca variedad de bebidas proteicas de origen vegetal en el mercado nacional y que las existentes son fundamentalmente en base a soya, se procedió a desarrollar una bebida proteica, a base de los extractos líquidos de las vainas del algarrobo (*Prosopis chilensis (Mol.) Stunz*), quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y lupino (*Lupinus albus L.*), saborizada con pulpa de frambuesa, para mejorar el sabor y apariencia de los extractos.

Los algarrobos o “mesquites” son plantas leguminosas del género *Prosopis* de la familia Fabaceae que crecen en ecosistemas áridos en diferentes partes del mundo. En Chile se desarrollan seis especies de *Prosopis*; *P. tamarugo*, *P. strombulifera*, *P. burkartii*, *P. chilensis*, *P. flexuosa* y *P. alba*. Sin embargo, el uso industrial de los algarrobos es casi inexistente debido a que crecen principalmente en regiones pobres con poco desarrollo tecnológico⁴ y su consumo se limita a los pobladores indígenas atacameños, quienes lo han incluido en sus dietas desde tiempos ancestrales; a diferencia de Argentina y Perú donde se ha ido masificando su utilización como: sucedáneo de café, chocolate, alcohol por fermentación y harina para panificación que no contiene ni gliadina ni glutenina, por lo que puede ser consumida por enfermos celíacos⁵. La proteína del algarrobo contiene, el aminoácido esencial valina en cantidades superiores a las informadas por el patrón FAO⁶, por encima de las cantidades presentes en la proteína de quinua^{5,7}. Sus polisacáridos, llamados galactomananos constituyen la goma de algarroba, que se utiliza como agente estabilizador y espesante en la industria alimenticia, así como en las industrias farmacéutica y cosmética donde la viscosidad es un factor de calidad decisivo en la consistencia que le otorga al producto^{8,9}.

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es uno de los pseudocereales más importante de la zona andina por su contenido en proteínas de alta calidad, en la que están presentes todos los aminoácidos esenciales, rico

en vitaminas y minerales, y crece bien bajo condiciones extremas, como sequías, heladas y salinidad del suelo. Dentro de los granos andinos es el de mayor versatilidad para el consumo. El grano entero, la harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo pueden ser preparados de múltiples formas^{2,3,10,11}.

El lupino puede sustituir granos de cereal en muchos productos alimenticios, incrementando la calidad nutricional por su contenido en proteína y caroteno, se incorpora en pastas y panes, en productos crujientes, fórmulas de bebé, sopas y ensaladas^{2,3,12,13}, aunque no posee histidina, aminoácido esencial, necesario para los lactantes de término, conlleva que al confeccionar la dieta sobre esta base, debe suplementarse con otras fuentes, como: quinua, y algarrobo que contienen 4,6 y 1,99 g de histidina/100 g proteína, respectivamente^{7,14}.

El objetivo principal de este trabajo consistió en obtener una bebida vegetal de alto valor proteico a partir de extractos líquidos de quinua, lupino y algarrobo saborizada con frambuesa, aplicando la técnica matemática de la Programación Lineal para obtener los contenidos de cada materia prima de la formulación permitiendo suplementar alrededor del 3% de las proteínas requeridas diariamente por los niños de 2 a 5 años con una aceptabilidad comprobada mediante pruebas sensoriales, para un período de 90 días de conservación a temperatura ambiente y lugar seco.

Materiales y métodos

Materia prima

La empresa de Productos Nutritivos, AVELUP Temuco-Chile, suministró los granos de lupino (*Lupinus albus L.*), y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), envasados, en bolsas de papel de 25 y 10 kg respectivamente, mientras que las vainas de algarrobo (*Prosopis chilensis (Mol.) Stunz*) envasadas en bolsas plásticas de 15 kg, se adquirieron directamente en el Ayllu de Solcor, San Pedro de Atacama. La pulpa concentrada de frambuesa (marca “Minuto Verde” 100% natural, Empresa Alifrut S.A.-Chile) envasada en bolsas multicapas asépticas de 335 g se obtuvo en una cadena de Supermercados de Antofagasta. El bicarbonato sódico y el ácido cítrico, calidad comercial, se adquirieron desde Merck Co (Chile) y botellas de vidrio de 250 mL con tapa twist-off (Cristalerías Toro S.A.C.I.; Santiago, Chile).

Pruebas preliminares

Se realizaron pruebas preliminares para determinar los tiempos de remojo y cocción a aplicar en cada materia prima de acuerdo con los aportes de proteínas que se obtendrían al elaborar la bebida, siendo para la quinua en proporción de 1:6 (granos : agua) el mejor tiempo de remojo por 24 horas con un 0,50%, contra un 0,30 y

0,31% para 12 y 6 horas respectivamente. Para el tiempo de cocción se hizo el estudio con 9, 12 y 15 minutos donde la cantidad de proteínas no mostró variación significativa pero se optó por 9 minutos de cocción, porque a mayor tiempo de cocción la viscosidad aumentaba considerablemente. Para el lupino, el mejor tiempo de remojo obtenido con proporción de 1:6 (granos : agua) fue de 24 horas, ya que para 36 horas de remojo, se obtenía mayor porcentaje de proteína pero con riesgo de fermentación, los tiempos de cocción fueron 30, 40 y 50 minutos; resultando como el mejor tiempo 40 minutos, alcanzando un 1,80% de proteína, que correspondió a un 27% más que para una combinación de 40 minutos con 12 horas de remojo y 31% más que para 40 minutos con 6 horas de remojo. El algarrobo no requirió tiempo de remojo, la mayor cantidad de proteínas contenidas en el extracto líquido fue 0,47% y se obtuvo con 15 minutos de cocción para una relación granos : agua de 1:5. Todos los granos se cocieron en Marmita capacidad 10 L (marca Magefesa, Vizcaya, España) a Presión > 1 atm.

Proceso de elaboración y desarrollo de la formulación

La elaboración de la bebida se realizó de acuerdo al diagrama de flujo presentado en la fig. 1.

Formulación de la mezcla

La bebida proteica sabor frambuesa se elaboró en la Planta Piloto del Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta. Se plantearon 5 formulaciones con proporciones variables de extractos líquidos de algarrobo, lupino y quinua, empleando la técnica de Programación Lineal con apoyo de la herramienta "Solver" de la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL v.2000. Las formulaciones se compararon con el patrón de proteínas de referencia de la FAO⁶ y a través de evaluación sensorial se definieron las restricciones bajo el criterio de que la mezcla de los extractos líquidos de algarrobo, quinua y lupino aportara del 75 al

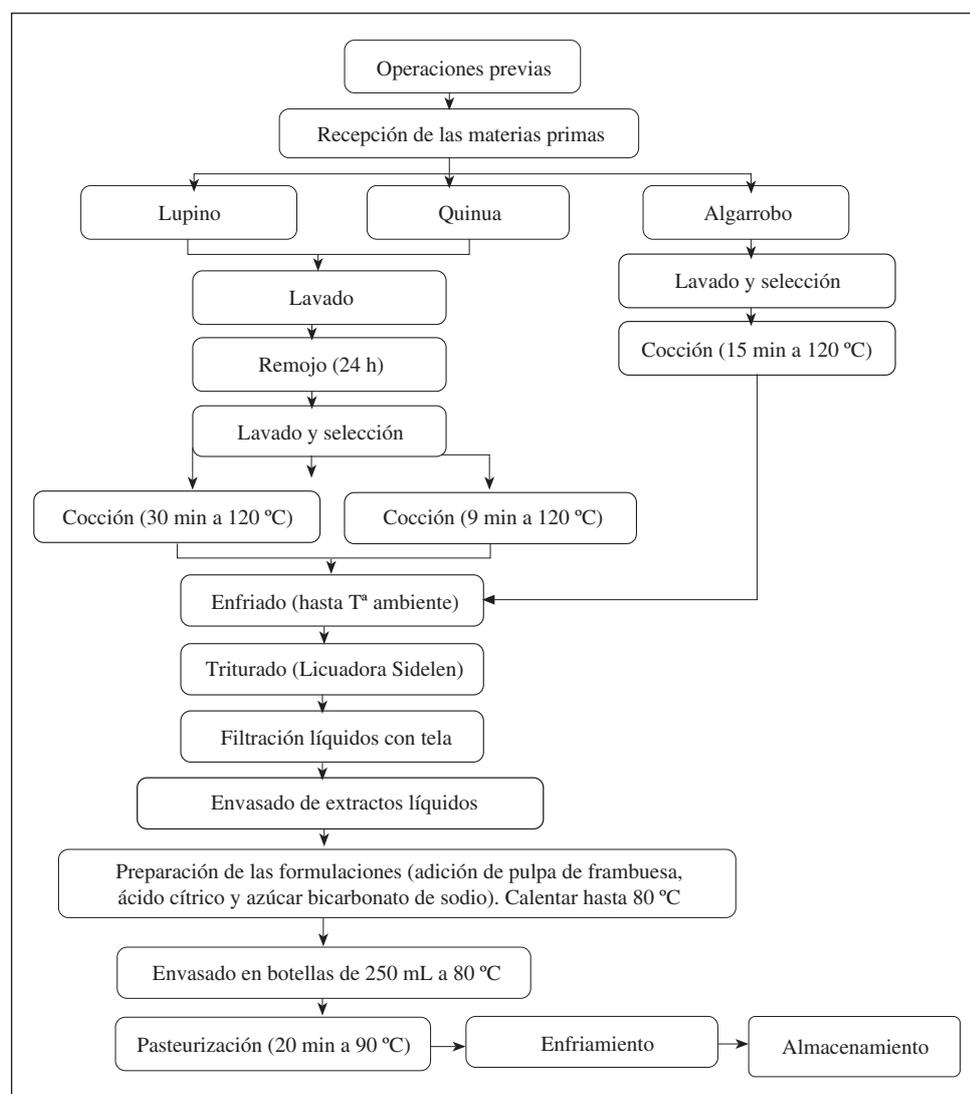


Fig. 1.—Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida proteica de frambuesa.

80% de la formulación y el resto a los demás ingredientes (concentrado de frambuesas y azúcar), que el aporte de proteínas a complementar fuese mayor al contenido en el jugo que se comercializa "AdeS"¹⁵, sabor naranja, que el porcentaje de aminoácidos esenciales sea $\geq 3,0\%$ de lo requerido por la dieta del niño de 2 a 5 años de vida y que la mezcla fuese de bajo costo.

Las dos bebidas proteicas, de las cinco formuladas, con denominación A y B, se prepararon de acuerdo a la formulación respuesta de la función Solver, se calentaron hasta alcanzar una temperatura de 80 °C en el centro térmico, medida con un sensor bimetálico de temperatura. Se llenaron las botellas de vidrio de 250 mL, previamente esterilizadas, dejando un espacio de cabeza de 1,5 a 2 cm, para lograr un correcto vacío, y se cerraron con tapa twist-off. A continuación se colocaron de forma vertical en un cesto y se introdujeron en un recipiente con agua caliente que cubría completamente las botellas; una vez alcanzada la temperatura de ebullición del agua, se retuvieron por 20 min para producir la pasteurización de la bebida. Para el enfriamiento de los envases se procedió a la aspersión de agua potable en forma manual en los primeros instantes y después se continuó bajo chorros de agua hasta alcanzar al interior del producto una temperatura de 40 ± 5 °C. El almacenamiento se realizó a temperatura ambiente, en lugar fresco y seco durante 90 días.

Métodos químicos

Los análisis se efectuaron a los granos (lupino, quinoa y algarrobo), molidos mediante un Molino F mod. N° 4 (marca Quaker City Mill. Philadelphia, PA, USA), a sus extractos líquidos, al Jugo "AdeS" sabor naranja, para tener los parámetros de composición para su comparación; y a la bebida proteica en estudio.

Determinación de Humedad: Se realizó por determinación gravimétrica de la pérdida de masa. Se pesaron 10 g de muestra, en una placa petri, se llevaron a la estufa Binder GmbH mod. FD-23 (Tuttlingen, Germany) escala de 0 a 300°C, hasta peso constante a 130 ± 3 °C, el procedimiento se realizó por duplicado para cada harina y mezcla¹⁶.

Determinación de Cenizas: Se midió utilizando el método de incineración seca, en horno mufla Vulcan mod. A-550 (Degussa-Ney, Yucaipa, CA, USA) a 550 °C, hasta obtener la muestra de color blanco o grisáceo¹⁶.

Determinación de Lípidos: Se realizó, por extracción con solvente en equipo Soxhlet de 250 mL (Simax S.A.; Alemania)^{16,17}.

Determinación de Fibra: Se realizó por pérdida de masa a través de oxidación e hidrólisis ácida¹⁷.

Determinación de Proteínas: Se determinó con un equipo digestor destilador Kjeldahl mod. Q327-E26B (Quimis, Diadema, SP, Brasil). El contenido proteico de los granos y extracto líquido de algarrobo se calculó multiplicando el valor obtenido (nitrógeno total) por el factor de conversión 6,25; los granos y extractos líqui-

dos de quinoa y lupino, el jugo "AdeS" y la bebida proteica por 5,75 según ISP¹⁶ y Schmidt-Hebbel¹⁷.

Determinación de Extracto No Nitrogenados (E.N.N.): Se determinaron indirectamente por diferencia de 100 menos la suma del porcentaje de humedad, proteína, lípidos y cenizas (componentes principales)¹⁷.

Determinación de Acidez: Se determinó a través de titulación, basándose en una reacción ácido-base¹⁶.

Métodos físicos

Los análisis físicos se realizaron a los extractos líquidos, a la bebida "AdeS" sabor naranja y a la bebida proteica en estudio.

Determinación del Color: Se realizó con el equipo ColorFlex (Hunter Lab, Reston, VA, USA), según el procedimiento establecido en el manual de Instrucción, se colocó la muestra en una cubeta de cristal de cuarzo 5,08 cm se tapó con una cubierta negra. A través del software HunterLab's Easy Match QC se realizó la lectura siguiendo la relación recomendada iluminante/ observador D65/10° utilizando el método de medición para líquidos opacos, registrando los parámetros L^* (luminosidad y grado de oscurecimiento de las muestras), coordenadas cromáticas a^* ($+a^*$ = rojo, $-a^*$ = verde) y b^* ($+b^*$ = amarillo, $-b^*$ = azul). Se realizaron 12 mediciones por cada muestra a razón de una cada minuto¹⁸. Las diferencias de color se calcularon en el período de almacenamiento de 90 días de acuerdo a la ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_i^* - L_o^*)^2 + (a_i^* - a_o^*)^2 + (b_i^* - b_o^*)^2}$$

donde L_o^* , a_o^* y b_o^* son los valores de las muestras en el tiempo cero y L_i^* , a_i^* y b_i^* son los valores medidos de cada muestra a cualquier tiempo. El croma (C^*) se calculó de acuerdo a la ecuación:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

y el ángulo hue, matiz (h^*), según la ecuación:

$$h^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

donde $a^* > 0$ and $b^* \geq 0$ ¹⁹.

Determinación de la Viscosidad: Se realizaron, 10 mediciones de viscosidad por cada muestra, cada 30 segundos a 100 rpm y se expresaron en mPa*s mediante el equipo viscosímetro digital rotacional Brookfield mod. DV-II+ (Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, MA, USA) acoplado a un computador provisto del programa Wingather desarrollado por el fabricante²⁰.

Métodos microbiológicos

Los análisis microbiológicos de *Salmonella*, recuento de aerobios mesófilos, coliformes y *Echerichia Coli* se

realizaron a la bebida proteica¹⁶ y los resultados se compararon con los límites establecidos en el R.S.A²¹.

Evaluación sensorial

Para la definición y calificación del producto se realizaron diferentes pruebas de evaluación sensorial, al inicio pruebas de ordenamiento a las 5 mezclas de extractos líquidos, después de escoger las dos fórmulas mejor evaluadas y elaborar con ellas las dos bebidas proteicas A y B, se efectuaron pruebas de preferencia y pruebas con escalas no estructuradas al comienzo del estudio y posteriormente cada 30 días, con la finalidad de evaluar sus características en cuanto a sabor, textura, color y apariencia en el envase.

Prueba de ordenamiento

Las pruebas preliminares de ordenamiento para clasificar de mayor a menor aceptabilidad se realizaron a las cinco mezclas elaboradas con diferentes contenidos de los extractos líquidos empleados, lupino (L), quinua (Q) y algarrobo (A), (L:Q:A) en las relaciones siguientes: (60:15:10); (50:20:15); (45:25:15); (40:21:15) y (40:25:15). Estas pruebas se ejecutaron con 20 alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos del ciclo profesional, lo cual los hace acreedores de ser "jueces semientrenados" ya que han cursado la asignatura de evaluación sensorial.

Prueba de preferencia (escala hedónica)

Se escogieron las dos mejores mezclas de las cinco propuestas en la prueba de ordenamiento, las que pasaron a una segunda etapa añadiéndose pulpa concentrada de frambuesa y azúcar con lo que se completaron las formulaciones, denominándose A y B. A estas dos formulaciones se les procedió a realizar una prueba de preferencia (escala hedónica) de 5 puntos, con términos de "me gusta extremadamente" con valor de 5 puntos hasta "me disgusta extremadamente" con valor de 1 punto, ocupando a los 20 jueces semientrenados, en donde se evaluaron los atributos siguientes: sabor, color, olor, consistencia y dulzor. Con esta prueba más específica se pudo identificar la formulación de mayor aceptación.

Pruebas de evaluación sensorial mediante escalas no estructuradas

Se confeccionaron los procedimientos de evaluación sensorial (PES), mediante el diseño de una escala por atributos para la bebida proteica (formulaciones A y B), de acuerdo con la metodología descrita por Torricella²². La graduación de la escala lineal no estructurada

de cada una de las características fue de 0 a 12 cm, con anclajes orales a 1 cm de los extremos, quedando la zona de evaluación de 0 a 10 cm, siendo cero el valor del anclaje izquierdo de la característica, con la peor evaluación y el otro extremo, con valor de 10, el del anclaje derecho, con la mejor evaluación. En algunas características específicas la escala lineal de 10 cm se dividió en dos, siendo el valor central, correspondiente a la puntuación de 5, el de mayor evaluación y los extremos (anclajes), ambos tomados como ceros, las peores evaluaciones. Este método de evaluación se realizó para cuantificar los atributos mediante escalas continuas que poseen las ventajas de una cuantificación y ponderación de acuerdo a la importancia que se le entrega a los atributos; siendo éstas: aspecto del producto en el envase, olor, sabor y textura y una que recoge el sentir completo del producto a la que se le denominó "impresión general". En estas pruebas participaron los jueces descritos anteriormente. Esta evaluación se realizó cada 30 días durante el tiempo de almacenamiento. La puntuación total y la evaluación cualitativa de las diferentes formulaciones se expresaron como: excelente (17,5-20,0), buena, (15,4-17,4), aceptable (11,2-15,3), regular (7,2-11,1) y mala (< 7,2)²².

Escala hedónica gráfica

Las formulaciones se reajustaron de acuerdo con el resultado de los jueces semientrenados y las bebidas se sometieron a la aceptación de 15 niños de 2 a 5 años (previamente entrenados con productos conocidos), en el Jardín Infantil "Mundo Feliz" de la ciudad de Antofagasta; mediante la cartilla de evaluación del "Estado Facial", se utilizaron 5 expresiones diferentes de caras, que representaron los criterios siguientes: (Me gusta mucho, Me gusta, No me gusta ni me disgusta, Me disgusta, Me disgusta mucho).

Perfil aminoacídico de la mezcla

La determinación del perfil de aminoácidos se realizó por cromatografía líquida de alta presión (HPLC), con derivatización precolumna con etoximetilmalonato de dietilo, al término del estudio de almacenamiento, 90 días de elaborada la bebida, con el fin de compararlo con la cantidad de aminoácidos entregado en la formulación del Solver y con lo requerido por los niños de 2 a 5 años¹². Se pesaron aproximadamente 2 mg de proteína, de la bebida, se hidrolizaron a 120 °C con HCl 6N por 20 horas, se llevaron a sequedad en rotavapor (Büchi Labortechnik; Suiza) y el residuo de aminoácidos se disolvió en un tampón borato pH = 9,0 que se derivatizó con etoximetilmalonato de dietilo a 50° C por 50 minutos con agitación. Se tomó 20 µL de muestra derivatizada y se inyectó en un cromatógrafo HPLC con detector UV a 280 nm usando una columna Nova Pak RP 18, 4 µm, Waters. Fase móvil acetato de

Tabla I
Resultados evaluación sensorial escala hedónica de 5 puntos

Parámetro	Jueces semientrenados (n = 20)		Comparación estadística (p < 0,05)	Escala facial	Puntaje	Preescolares 2 a 5 años (n = 30)				
	Formulaciones					Formulaciones				
	A	B				A		B		
				Frecuencia	%	Frecuencia	%			
Sabor	3,79 ± 0,79	3,63 ± 1,12	NS	Me gusta mucho		5	6	20,0	2	6,7
Color	3,68 ± 0,89	3,05 ± 0,91	DS	Me gusta		4	18	60,0	10	33,3
Olor	3,11 ± 0,88	3,05 ± 0,97	NS	Ni me gusta ni me disgusta		3	4	13,3	9	30,0
Consistencia	3,32 ± 0,89	3,37 ± 0,96	NS	Me disgusta		2	2	6,7	7	23,3
Dulzor	3,74 ± 0,81	3,26 ± 1,05	DS	Me disgusta mucho		1	0	0,0	2	6,7
				$\bar{X} \pm S$			3,93 ± 0,78		3,10 ± 1,06	
				Comparación Estadística (p < 0,05)					DS	

Los valores en las columnas están presentados como $\bar{X} \pm S$: Valor medio \pm desviación típica. DS: Diferencia significativa; NS: No significativo.

sodio pH 6 y acetonitrilo, usando gradiente de solvente. El cálculo de cada aminoácido se hizo por comparación con ácido amino butírico como estándar interno²³.

Análisis estadístico de resultados

Los análisis se realizaron al menos por duplicado, presentándose como valores medios (\bar{X}) y sus desviaciones estándar (S), con un nivel de confianza del 95%, las evaluaciones estadísticas de los resultados, se efectuaron utilizando la hoja de Cálculo de Microsoft Excel versión 2000. Los ajustes de los datos para los diferentes gráficos se efectuaron por regresión lineal expresando el valor del coeficiente de determinación R^2 que mayor ajuste presentara entre las variables. La formulación de la bebida se definió a través de la programación lineal con la herramienta Solver de la Hoja de Cálculos de Excel versión 2000 y se calculó el aminograma a partir de los datos teóricos de las materias primas, para luego ser comparadas con los valores reales, definiendo correctamente el aporte proteico de las bebidas.

Resultados y discusión

Programación lineal

Selección de la mejor formulación

El criterio para la selección de la mejor formulación fue encontrar una combinación de los extractos de lupino (L), Quinoa (Q) y algarrobo (A), considerando su incidencia en el sabor del producto, el color y la consis-

tencia; así como los aminoácidos limitantes y el aporte al porcentaje de proteínas. Se prepararon cinco formulaciones L:Q:A (60:15:10) (50:20:15) (45:25:15), (40:21:15) y (40:25:15), siendo favorecidas en el ordenamiento de preferencias por parte de los jueces semientrenados las formulaciones de menor contenido en lupino, donde resulta menos perceptible el sabor "afrijolado".

Según los resultados obtenidos por la planilla Solver, las dos formulaciones seleccionadas: A y B con una proporción (L:Q:A) de (40:21:15) y (40:25:15) correspondieron con un 76 y 80%, de los extractos líquidos, respectivamente; y el resto a los demás ingredientes de la fórmula, pulpa concentrada de frambuesa (PCF) y azúcar (AZ); de tal manera que la composición final quedó de la forma siguiente: *Fórmula A*: L:Q:A (40:21:15) + PCF 20% + AZ 4%, y la *Fórmula B*: L:Q:A (40:25:15) + PCF 15% + AZ 5%; siendo el aminoácido teórico limitante la histidina en un 49,6% para A y un 45,4% para B. El costo total de la suma de los insumos utilizados para la elaboración de la formulación A y B, exceptuando material de envase, etiquetas, embalaje, mano de obra y gastos de energía alcanzó en pesos chilenos (CLP) \$ 410.- y en dólares americanos (USD \$ 0,88) y CLP \$ 460.- (USD \$ 0,98) (cambio al día 09/06/2011), por kg, respectivamente.

Evaluación sensorial

Escala hedónica

En la tabla I se muestran los resultados de la escala hedónica de 5 puntos, al comparar la formulación A y

Tabla II
Resultados de la evaluación sensorial durante los 90 días de almacenamiento (n = 20)

Característica organoléptica	Coeficiente de ponderación		Tiempo de almacenamiento (días)															
			Puntaje promedio								Puntuación convertida							
			0		30		60		90		0		30		60		90	
Individual	General	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
<i>Aspecto del producto en el frasco</i>																		
Opacidad	0,27	0,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	1,6	2,2	1,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5
Apariencia	0,33		3,8	3,5	3,9	3,6	3,0	2,3	3,2	2,6	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	0,8	1,1	0,9
<i>Olor</i>																		
Tipicidad	0,48	0,8	3,9	3,0	3,4	3,3	3,3	3,1	3,6	3,1	1,9	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,5
Intensidad	0,32		3,5	3,2	3,9	3,7	3,2	3,2	3,7	1,6	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	0,5
<i>Sabor</i>																		
Tipicidad	0,42		3,3	2,9	3,3	3,2	3,3	3,0	3,6	3,1	1,4	1,2	1,4	1,3	1,4	1,3	1,5	1,3
Dulzor	0,28	1,4	4,8	4,1	4,2	4,0	4,2	3,7	4,2	3,5	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0
Amargor	0,28		3,4	4,1	3,5	3,4	3,2	3,7	3,3	3,6	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
Acidez	0,42		3,4	3,7	3,9	3,8	3,0	3,4	3,2	3,4	1,4	1,5	1,7	1,6	1,3	1,4	1,3	1,4
<i>Textura</i>																		
Consistencia	0,42	0,6	4,1	3,9	3,9	3,9	4,2	3,4	4,1	3,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,8	1,4	1,7	1,6
Suavidad	0,18		3,0	3,4	3,1	3,0	2,9	3,1	3,5	2,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
<i>Impresión General</i>	0,6	0,6	3,3	3,0	3,2	2,9	3,0	2,7	2,9	2,1	2,0	1,8	1,9	1,7	1,8	1,6	1,7	1,3
Puntuación Total	4	4									14,3	13,4	14,1	13,5	13,0	12,1	13,6	11,4

B, los jueces semientrenados refieren diferencia estadísticamente significativa en la evaluación del color y sabor ($p < 0,05$), el resto de los parámetros no presentaron diferencias. De los juicios realizados por los preescolares para la formulación A la aceptación de la bebida fue del 80%, mientras que para la formulación B sólo alcanzó el 40% de aceptación; existiendo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las bebidas, que se corrobora con la desviación típica de cada población muestral; ambos grupos evaluadores arrojaron una mejor aceptación para la fórmula A, que se atribuye al mayor contenido de concentrado de frambuesa.

Escala no estructurada

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial realizada por los jueces semientrenados para las formulaciones (A y B) se muestran en la tabla II, donde se puede observar que la formulación A tuvo una mayor aceptación por los jueces, aunque en ambos casos, hubo una tendencia a la disminución del puntaje total durante el estudio de almacenamiento, obteniendo valores de 14,3; 14,1; 13,0 y 13,6 para la formulación A, mientras que la formulación B obtuvo 13,4; 13,5; 12,1 y 11,4 para 0, 30, 60 y 90 días, respectivamente y ambos corresponden a la calificación de "Aceptable", según lo indicado por Torricella²². Los parámetros de mayor ponderación general recayeron sobre el sabor

(1,4) y el olor (0,8), considerados como las características más importantes en la detección del sabor asociado al lupino.

Análisis proximal

En la tabla III se muestran los resultados del análisis químico proximal a las materias primas y bebidas en estudio, donde se observa que el contenido de proteína del grano de lupino (34,33%) y extracto líquido (1,83%) es mayor al existente en la quinua y algarrobo, en 3,1 y 3,7 veces, en relación a los granos y en 3,0 y 2,4 veces en relación a los extractos líquidos, respectivamente. El contenido de lípidos (10,26%) que presentó el grano de lupino se mantuvo dentro del intervalo (8 a 12%) descrito por Alonso²⁴, mientras que los hidratos de carbono están por debajo del 37%, los contenidos de fibra y cenizas, se encontraron dentro del 10 a 12% y 2,5 a 3,0%, respectivamente, de acuerdo a lo informado por Yañez²⁵. En cuanto al contenido de lípidos en el extracto líquido (0,30%), es superior al obtenido para los extractos de quinua (0,06%) y algarrobo (0,05%).

La cantidad de proteínas (11,14%) y lípidos (5,80%) para el grano de quinua estuvieron por encima de los valores descritos por Tapia¹⁰ quien señaló cantidades de 9,1 y 2,6; respectivamente; mientras que la cantidad de hidratos de carbono (63,65%) se encontró por debajo del 72,1% informado por el mismo autor, pudiéndose atri-

Tabla III
Análisis químico proximal al grano, extractos líquidos y a la bebida en estudio (base seca) (n = 3)

	Proteínas	Lípidos	Fibra	Humedad	Cenizas	E.N.N.*	Sólidos totales
<i>Granos</i>							
Lupino	34,33 ± 0,09	10,26 ± 0,22	11,45 ± 0,44	9,29 ± 0,48	3,31 ± 0,08	31,35 ± 1,14	90,71 ± 0,48
Quinua	11,14 ± 0,09	5,80 ± 0,05	3,88 ± 0,04	13,25 ± 0,01	2,29 ± 0,08	63,65 ± 0,09	86,75 ± 0,01
Algarrobo	9,33 ± 0,17	1,10 ± 0,10	10,75 ± 0,20	6,53 ± 0,06	3,16 ± 0,02	69,13 ± 0,21	93,47 ± 0,06
<i>Extractos líquidos</i>							
Lupino	1,80 ± 0,02	0,30 ± 0,10	1,31 ± 0,40	96,67 ± 0,30	0,35 ± 0,01	0,25 ± 0,10	3,33 ± 0,30
Quinua	0,51 ± 0,13	0,06 ± 0,03	0,77 ± 0,06	95,39 ± 0,34	0,09 ± 0,04	3,24 ± 0,26	4,61 ± 0,34
Algarrobo	0,56 ± 0,13	0,05 ± 0,06	2,21 ± 1,13	85,24 ± 0,08	0,50 ± 0,12	11,40 ± 1,41	14,76 ± 0,08
<i>Bebida "AdeS"</i>	0,62 ± 0,02	0,46 ± 0,36	1,13 ± 0,02	87,19 ± 1,25	0,14 ± 0,03	10,46 ± 0,86	12,81 ± 1,25
<i>Bebida proteica</i>							
<i>Formulación A</i>							
<i>(L:Q:A)(40:21:15)</i>							
0 días	1,33 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01	83,68 ± 0,05	0,28 ± 0,01	14,45 ± 0,02	16,33 ± 0,05
90 días	1,36 ± 0,04	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,01	82,59 ± 0,42	0,29 ± 0,02	15,50 ± 0,40	17,41 ± 0,42

Los valores en las columnas están presentados como \pm S: valor medio \pm desviación típica. * ENN: extracto no nitrogenado. Bebida "AdeS", utilizada como referencia y Bebida proteica, en estudio.

buir la diferencia a que es un cultivo perteneciente a diferentes zonas de la región andina. La cantidad de cenizas (2,29%) fue inferior y la de fibras (3,88%) superior para la quinua, según lo expresado por FAO²⁶ que indicó valores de 3,0 y 2,1%, respectivamente.

Los contenidos de proteínas, lípidos e hidratos de carbono en el grano de algarrobo según tabla III fueron superiores al 8,1; 1,1 y 48,5% respectivamente obtenidos por Cruz⁷. La cantidad de cenizas y fibras se encuentran por debajo de los valores enunciados por el mismo autor, los cuales son 3,16% y 10,75% respectivamente. En cuanto al extracto líquido, presenta 3

veces más fibra que la quinua y 1,7 veces más que el lupino. La cantidad de lípidos en el algarrobo es 6 veces menor que en el lupino y la de la quinua es 5 veces menor a la del lupino; por ser estos valores tan bajos en los extractos líquidos, no se realizó el índice de peróxido durante el tiempo de almacenamiento.

Bebida proteica

En la tabla III se observa que la bebida elaborada correspondiente a la formulación A es superior en

Tabla IV
Resultados de la composición de aminoácidos esenciales para las formulaciones según planilla Solver y determinado por HPLC

Aminoácidos esenciales	Extractos líquidos (g/100g proteínas)			Formulaciones						
	Lupino	Quinua	Algarrobo	A		B		A		Determinado por HPLC (90 días)
				FAO ¹ (4,08%)	Aporte ²	FAO ¹ (4,2%)	Aporte ²	FAO ¹ (3,0%)	Aporte ²	
Isoleucina	4,1	7,0	3,26	0,0217	0,0398	0,0223	0,0412	0,01596	0,0434	0,0272
Leucina	6,4	7,3	7,94	0,0512	0,0606	0,0527	0,0621	0,03762	0,0663	0,0492
Lisina	4,5	8,4	4,26	0,0450	0,0450	0,0463	0,0467	0,02964	0,0490	0,0300
Metionina + Cistina	2,5	12,5	1,0	0,0194	0,0322	0,0200	0,0348	0,01425	0,0345	0,0178
Fenilalanina + Tirosina	9,3	12,0	5,82	0,0488	0,0847	0,0503	0,0871	0,03591	0,0931	0,0529
Treonina	3,3	5,7	4,68	0,0264	0,0338	0,0271	0,0350	0,01938	0,0368	0,0308
Triptófano	1,1	1,2	0,89	0,0085	0,0100	0,0088	0,0102	0,004845	0,0109	0,0044
Valina	3,7	7,6	7,8	0,0271	0,0413	0,0279	0,0429	0,01995	0,0447	0,0283
Histidina	0,0	4,6	2,92	0,0147	0,0074	0,0152	0,0083	0,00798	0,0074	0,0115

Formulación Lupino, Quinua Algarrobo (L:Q:A) A (40:21:15) y B (40:25:15).

¹Porcentaje teórico diario recomendado de aminoácidos para la formulación del total requerido por los preescolares de 2 a 5 años.

²Aportado inicialmente por la formulación según Cálculo Teórico.

Tabla V
Valores de viscosidad para las formulaciones A y B, Jugo "AdeS" y extractos líquidos (n = 10)

Tiempo (días)	Viscosidad (mPa*s)					
	Formulaciones		Jugo "AdeS"	Extractos líquidos		
	A	B		Lupino	Quinoa	Algarrobo
0	39,40 ^a ± 0,00	35,10 ^a ± 0,00	38,38 ^a ± 0,59	12,82 ± 0,65	80,88 ± 0,64	17,04 ± 0,29
25	38,28 ^a ± 0,04	34,37 ^b ± 0,05				
50	39,59 ^a ± 0,03	34,81 ^b ± 0,03				
75	38,05 ^a ± 0,05	32,80 ^b ± 0,00				
90	39,20 ^a ± 0,00	33,40 ^b ± 0,00				

Los valores en las columnas están presentados como $\bar{X} \pm S$: valor medio \pm desviación típica. Letras diferentes en los valores medios de las columnas indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

cuanto al contenido de proteínas en 2,2 veces con relación al jugo "AdeS" en base a soya utilizado como bebida de referencia, mientras que el contenido de cenizas es el doble, los hidratos de carbono son superiores en 1,4 veces, en tanto que los contenidos de lípidos y fibra son inferiores en la bebida formulada en 3,3 y 8,7 veces, respectivamente.

Perfil aminoacídico

En la tabla IV se muestra la composición de los aminoácidos esenciales para las formulaciones A y B, que cumplen con el porcentaje previsto del total del día de un 4,08% y 4,2% propuesto a suplementar; además, se indican para la formulación A (con un ajuste de un 3% a suplementar, considerado como suficiente para la bebida), las cantidades de aminoácidos en forma teórica al inicio del almacenamiento y el perfil aminoacídico efectuado por HPLC a los 90 días, comparando en todos los casos con los requerimientos recomendados por la FAO para los niños de 2 a 5 años⁶.

La cantidad de aminoácidos que entregó el perfil para la formulación A con un 3,0% de aminoácidos esenciales al día, fue inferior a los valores entregados por el perfil aminoacídico teórico al inicio del estudio, siendo favorable porque permitió concebir la formulación y mantener los contenidos de aminoácidos por encima de lo recomendado por FAO/OMS⁶, durante los 90 días de almacenamiento, a excepción del triptófano que estuvo por debajo de lo recomendado. Por cuanto las formulaciones planteadas suplementan entre 6 a 7% de los 19 g de proteínas que requieren al día los infantes de 2 a 5 años^{27,28}, superando ampliamente el 3,1% que aporta el jugo "AdeS"¹⁵.

Métodos físicos

La tabla V muestra los resultados obtenidos para la viscosidad de los extractos líquidos, así como para el jugo "AdeS" de referencia y para las formulaciones A y B durante el estudio de almacenamiento. De los 7 husi-

llos de giro que posee el viscosímetro Brookfield mod DV-II+, se obtuvo el mayor torque para el N°1 a una velocidad de 100 rpm, debido a esto se hicieron todas las mediciones con este husillo. De los extractos líquidos, el de quinua proporcionó una mayor viscosidad a las formulaciones, esto se debe a que el 66% de los componentes de la quinua corresponden a almidón²⁹, los que expresan su mayor gelatinización en el intervalo de temperatura de 66 a 89°C³⁰.

Las viscosidades de las formulaciones A y B, comparadas individualmente entre sus diferentes tiempos de almacenamiento medidos en los tres meses, no presentaron mediante el ANOVA, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). No obstante, al comparar sus viscosidades con la del jugo "AdeS", se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) al aplicar el ANOVA y con la prueba de rangos múltiples de Duncan se identificaron las diferencias entre las formulaciones A y B y entre B y el jugo "AdeS", pero no así entre este último y la formulación A.

Análisis de color

La tabla VI muestra los valores obtenidos en el espacio de color referidos a L^* , C^* , h^* , así como la relación $\frac{a^*}{b^*}$ obtenidos durante el período de almacenamiento.

Se puede apreciar que la luminosidad (L^*) para las formulaciones A y B, presentó valores aproximados de 39 y 42,6%, con desviaciones típicas menores a 1,02 y 2,09 respectivamente, los valores obtenidos, están cercanos a la mitad de la escala de L^* (0 a 100) y el ANOVA demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para ninguna de las dos formulaciones en cada tiempo seleccionado del período de almacenamiento.

Los valores cromáticos C^* presentaron un valor medio aproximado para A de 24,69% y 23,28% para B, con una desviación típica de 1,53 y 1,04 respectivamente, el ANOVA para C^* presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) sólo para la formulación A con respecto al tiempo.

Tabla VI
Valores obtenidos de los diferentes parámetros evaluados para el espacio de color ($n = 12$)

Tiempo (días)	Formulaciones							
	A				B			
	L^*	C^*	h^*	$\frac{a^*}{b^*}$	L^*	C^*	h^*	$\frac{a^*}{b^*}$
0	38,67 ^a	26,64 ^a	22,47 ^a	2,42 ^a	40,86 ^a	24,35 ^a	13,74 ^a	2,02 ^a
25	39,00 ^a	25,83 ^a	24,43 ^a	2,20 ^a	42,05 ^a	24,36 ^a	15,16 ^a	1,92 ^a
50	38,45 ^a	22,55 ^b	30,36 ^b	1,71 ^b	41,93 ^a	23,08 ^a	22,48 ^b	1,55 ^b
75	39,86 ^a	23,25 ^b	32,82 ^b	1,55 ^{bc}	42,39 ^a	22,24 ^a	29,04 ^c	1,34 ^{bc}
90	40,92 ^a	24,56 ^{ab}	35,70 ^c	1,39 ^c	42,60 ^a	22,34 ^a	33,97 ^d	1,22 ^c

L^* : Luminosidad; C^* : Croma; h^* : ángulo hue; a^* y b^* : coordenadas cromáticas. Letras diferentes en los valores medios de las columnas indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

En cuanto al ángulo hue, h^* , mostró un valor medio de $29,16^\circ$ para A y $22,88^\circ$ para B, presentando para ambas formulaciones diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a contar de los 50 días de almacenamiento. Además, los valores obtenidos se encuentran dentro del primer cuadrante (0 a 90°) de la esfera de color, y por su posicionamiento en el espacio de color del CIEL* a^*b^* , las formulaciones son de color rosado oscuro.

Los valores obtenidos para la relación $\frac{a^*}{b^*}$ resultaron mayores a 1 para ambas formulaciones lo que indica un índice de coloración roja de las muestras, según lo descrito por Larrauri y cols.³¹, con una tendencia a la disminución que promueve diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a partir de los 50 días de almacenamiento.

En la figura 2 se presentan las variaciones de las coordenadas cromáticas a^* y b^* de las dos fórmulas desarrolladas de la bebida proteica sabor frambuesa A y B en el tiempo de almacenamiento de 90 días. La fórmula A mantuvo desde un principio valores de a^* superiores a los de la fórmula B debido principalmente al

aporte superior entregado por el concentrado de frambuesa; no obstante, en ambas formulaciones, a^* va disminuyendo con el tiempo de almacenamiento, excepto en la formulación A que el valor de a^* tiende a mantenerse constante después de los 60 días. Esto indica que ambas formulaciones sufrieron un deterioro de la coloración roja, moviéndose hacia zonas rojizas más claras. Otro comportamiento tiene la coordenada cromática b^* , ya que en ambas formulaciones, los valores tienden a aumentar en el tiempo de almacenamiento, indicando una ganancia de la coloración amarilla. Al comparar las coordenadas cromáticas de las formulaciones A y B se puede señalar que al disminuir a^* en valores positivos y aumentar b^* también en valores positivos, la bebida presentó una degradación leve del color inicial durante los 90 días de almacenamiento.

En la figura 3 se muestra la diferencia de color (ΔE) de las formulaciones A y B, que cumplen con un modelo lineal y cuyo ajuste es de $R^2 = 0,9247$ y $R^2 = 0,9605$, respectivamente. La pendiente de la recta correspondiente a la formulación A (0,0772) es ligeramente superior a la pendiente de la recta de la for-

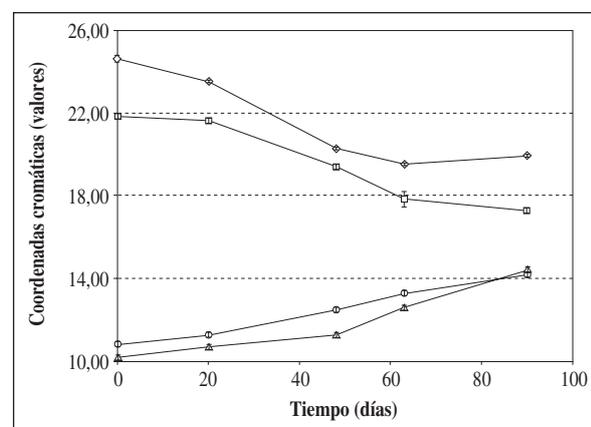


Fig. 2.—Comportamiento de las coordenadas cromáticas en los 90 días de almacenamiento. Fórmula A: a^* ($-\diamond-$); b^* ($-\triangle-$); Fórmula B: a^* ($-\square-$); b^* ($-\circ-$).

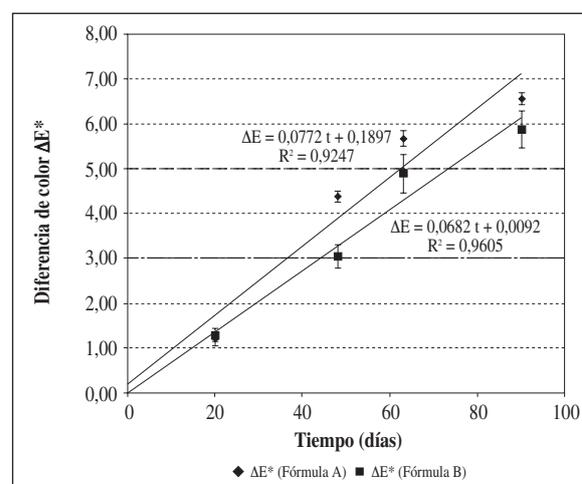


Fig. 3.—Diferencias de color (ΔE^*) para las Formulaciones A y B en el tiempo de almacenamiento de 90 días.

mulación B (0,0682) lo que motiva que la fórmula A alcanzara el valor de $\Delta E = 3,0$ a los 36 días y $\Delta E = 5,0$ a los 62,3 días; sin embargo, la fórmula B llegó al valor de $\Delta E = 3,0$ a los 44 días y $\Delta E = 5,0$ a los 73,2 días. Esto denota que la fórmula A llega primero a estos dos límites en 8 y 11 días previos a la fórmula B, lo que es de suma importancia, toda vez que es conocido que valores de $\Delta E < 3,0$ no pueden ser fácilmente detectados por la percepción del ojo humano³². Los valores de $\Delta E \geq 5,0$ son un índice de valor límite utilizado por otros investigadores para indicar el inicio de la inestabilidad³³.

Conclusiones

El contenido de proteínas en la bebida A obtenida al final del estudio de almacenamiento fue de 1,36%, siendo capaz de suplementar entre un 6 y 7% del total de las proteínas que requieren los preescolares de 2 a 5 años en su dieta diaria y el perfil aminoacídico de la formulación corroboró que la cantidad de aminoácidos esenciales aportada suplementa el 3% del requerimiento diario establecido por el patrón de la FAO, excepto el triptófano. Las evaluaciones microbiológicas y sensoriales realizadas en el período de 90 días, indicaron que las dos formulaciones mantienen una calidad adecuada para ser consumidas, siendo la formulación A la más favorecida por la evaluación sensorial, tanto por los jueces semientrenados como por los preescolares. La viscosidad promedio para la formulación A alcanzó 38,9 mPa*s, valor semejante al de la bebida "AdeS" de 38,4, mPa*s, utilizada como patrón de comparación, mientras que la formulación B resultó un poco inferior, 34,1 mPa*s. La relación $\frac{a^*}{b^*}$ que indica la tendencia del color, alcanzó valores > 1 , lo que indica un índice de coloración roja, con tonalidad "rosado oscuro", que se mantuvo estable para la percepción del ojo humano hasta los 60 días y de aquí en adelante la diferencia de color $\Delta E > 5,0$, indicando el inicio de la inestabilidad colorimétrica.

Agradecimientos

Los autores agradecen la cooperación financiera brindada por la Corporación de Ayuda al Ser Desnutrido (CORASEDE), ciudad de Calama, Chile, a través del Convenio de Cooperación Técnica con el Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta, Chile.

Referencias

- Almeida-Domínguez NG, Valencia ME, Higuera-Ciapa I. Formulation of corn-based snacks with high nutritive value: biological and sensory evaluation. *J Food Sci* 1990; 55 (1): 228-31.

- Cerezal P, Carrasco A, Pinto K, Romero N, Arcos R. (2007). "Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2 a 5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad". *Interciencia* 2008; 32 (12): 857-864.
- Cerezal P, Urtuvia V, Ramírez V, Arcos R. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutr Hosp* 2011; 26 (1): 161-169.
- Escobar B, Estévez A, Fuentes C, Venegas D. Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. *ALAN* 2009; 59 (2): 191-198.
- Alzate LM, Arteaga DM, Jaramillo Y. Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Rev Lasallista Investig* 2008; 5 (2): 100-111.
- FAO/OMS. Necesidades de energía y proteína. Informe de la Reunión Consultiva Conjunta de Expertos de la FAO/OMS/UNU. Ginebra, 1985.
- Cruz G. Production and characterization of *Prosopis* seed galactomannan. Thesis for the Degree of Doctor of Technical Sciences, Swiss Federal Inst. of Technology, Zurich, 1999, 113 pp.
- Catarino F. El algarrobo: Una planta ejemplar. En: Naturota. Council of Europe 1993; 73: 14-15.
- Oлива M, Alfaro C, Palape I. Evaluación del potencial tecnológico de galactomananos del endospermo de semillas de *Prosopis* sp. para el uso en la industria de alimentos. *Agriscientia* 2010; 27 (2): 107-113.
- Tapia M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2da Edición. Editorial FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, 1997.
- Nieto C, Vimos C, Monteros C, Caicedo C, Rivera C, Noriega A, Suquilanda M. Manual de producción de quinua del Ecuador. Editores Escuela Radiofónicas populares del Ecuador (ERPE), Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Instituto Nacional autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, 2001.
- FAO/OMS. Reunión técnica y taller de formulación de proyecto regional sobre nutrición humana en base a cultivos andinos. Programa de cultivos andinos, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Provincia de Arequipa. Universidad Nacional del Altiplano, Provincia de Puno, Arequipa, Perú, 1998.
- Golz T. Lupino. Editor D. Aakre. Instituto para el Desarrollo del Negocio y la Industria NDSU, Servicio de extensión de NDSU, Universidad del Estado de Dakota del Norte, EE.UU., 2004.
- Andujar G, Guerra M, Santos R. La utilización de Extensores Cármicos: Experiencias de la Industria Cármica Cubana. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, 2000.
- Unilever. AdeS®Frutal. AdeS Regular sabor Naranja. Info Nutricional 2009. (www.ades.cl) (Consultado 10/06/2011).
- ISP. "Manual: métodos de análisis fisicoquímicos de alimentos, aguas y suelos". Instituto de Salud Pública, Subdepartamento Laboratorios del Ambiente. Editorial Ministerio de Salud. Santiago, 1998.
- Schmidt-Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Merck Química Chilena. Santiago, Chile, 1981, 265 pp.
- Rondón E, Pacheco E, Ortega F. Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q_{10} . *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)* 2004; 21 (1): 68-83.
- Anon. Guía para Entender la Comunicación del Color; X-Rite Incorporated. 2002, 24 pp.
- Brookfield. Brookfield DVII+ programmable viscometer operating instructions manual N° m/97-164-d1000. Brookfield Engineering Laboratories, Inc. EEUU., 2002, 75 pp.
- RSA. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Editorial. Ministerio de Salud. Identificación como Norma DTO-977, Última

- Modificación: DTO-287, Salud 18-02-2002. Santiago, Chile, 2002.
22. Torricella R, Zamora E, Pulido H. Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. La Habana, 1989.
 23. Alaiz M, Navarro J, Giron J, Vioque E. Amino acid analysis by high-performance liquid chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *J. Chromatography A* 1992; 591 (1-2): 181-186.
 24. Lupino AJ. Una alternativa para la alimentación humana y animal. Editorial Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Bogotá, Colombia, 1997.
 25. Yañez E, Ivanovic D, Ballaster D. Chemical and nutritional evaluation of sweet lupines. *Ann Nutr Metab* 1983; 27 (6): 513-520.
 26. FAO/OMS. "Composición química y valor nutricional del grano de quinua y derivados" Instituto de Desarrollo Agroindustrial. Editor AGSI/FAO. Roma, 2004.
 27. Olivares S. Necesidades nutricionales y calidad de la dieta: Manual de auto instrucción. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos INTA). Santiago, 1993.
 28. OPS. "Nutrición y alimentación del niño en los primeros años de vida". Editores O'Donnell y cols. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C., 1997.
 29. Tapia M, Gandarillas H, Alandía S, Cardozo A, Mujica A, Ortiz R, Otazu V, Rea J, Salas B, Sanabria E. Quinua y Kañiwa, Cultivos Andinos. Bogotá, CIID, Oficina Regional para la América Latina. Instituto interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, 1990.
 30. Swinkels JJM. Source of starch its Chemistry and Physics. In: Van Beynum GMA, Roles JA. Starch Conversion Technology. Marcel Dekker Inc. New York, 1985.
 31. Larrauri J, Saura C. Evaluation of CIE-lab colour parameters during the clarification of a sugar syrup from Mesquite pods (*Prosopis Pallida L.*). *Int J Food Sci Tech* 2000; 4 (35): 385-389.
 32. Hong SI, Han JH, Krochta JM. Optical and surface properties of whey protein isolate coatings on plastic films as influenced by substrate, protein concentration, and plasticizer type. *J Appl Polym Sci* 2004; 92, 335-343.
 33. Obón JM, Castellar MR, Alacid M, Fernández-López JA. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. *J Food Eng* 2009; 90: 471-479.