

Fórmula artesanal a base de lactosuero: complemento alimenticio para niños preescolares

► Issis Maribel Arraiz Budovalchew^{1a}, Angely Alejandra Sulbarán Gutiérrez^{2a}, Milaidi de las Rosas García Bravo^{3a*}, Zoitza Ostojich Cuevas^{4a}

¹ Licenciada en Nutrición y Dietética. Especialista en Ingeniería Biomédica.

² Licenciada en Nutrición y Dietética.

³ Licenciada en Nutrición y Dietética. Magíster en Nutrición Humana. Doctorante en Antropología.

⁴ Ingeniero Químico. Magíster en Ciencia de los Alimentos.

^a Departamento de Nutrición y Alimentación. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

* Autora para correspondencia.

Resumen

Se pretendió desarrollar una fórmula artesanal, a base de lactosuero, como complemento alimenticio para niños preescolares. Se realizó una investigación descriptiva ejecutada en tres fases: 1. Ensayos preliminares para la determinación del esquema tecnológico; 2. Evaluación fisicoquímica para la caracterización del producto y determinación de macronutrientes y 3. Evaluación sensorial donde se midió el nivel de agrado del producto final. Los datos obtenidos de los análisis se tabularon en cuatro repeticiones y se analizaron a través de estadísticas descriptivas de tendencia central y en frecuencias expresadas en tablas y gráficos mediante el programa estadístico SPSS versión 20.0. Se obtuvo que en el análisis proximal del requesón deshidratado, éste aportó por cada 100 gramos de producto: 480,28 kcal, 46,5% de proteínas, 22,36% de grasas y 23,26% de hidratos de carbono. La formulación final de la bebida constó de 2,9 g de requesón deshidratado, 3,6 g de arroz previamente cocido y 1,8 g de azúcar diluidos por cada onza preparada. Se determinó que es una fórmula hipocalórica-hiperproteica e isoosmolar, con una viscosidad de 275cP, un pH de 5,1 y con 0,291% de ácido láctico. La fórmula artesanal a base de lactosuero fue de agrado para 41 niños que participaron en el análisis sensorial. Se recomienda su uso en niños que se encuentren en condición de vulnerabilidad nutricional.

Palabras clave: Lactosuero; Complemento alimenticio; Fórmula artesanal

Whey artisanal formula: food supplement for preschool children

Abstract

The main objective of this research was to develop an artisan formula based on whey as food supplement directed to preschool children. It was a descriptive study carried out in three phases: 1. Preliminary tests, for the determination of the technological scheme; 2. Physical-chemical evaluation, for the characterisation of the product and determination of nutrients and, 3. Sensory evaluation: the level of satisfaction of the final product measured. The data obtained from the analysis were tabulated in four repetitions and analysed through descriptive statistics of central tendency and in frequencies expressed in tables and graphs using the statistical program SPSS version 20.0. As a result, for each 100 grams of dehydrated cottage cheese this

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957 (impresa)

ISSN 1851-6114 (en línea)

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

provides: 480.28 kcal, 46.5% protein; 22.36% fat and 23.26% carbohydrates. The final formulation of the drink consisted of 2.9 g of dehydrated cottage cheese, 3.6 g of previously cooked rice and 1.8 g of diluted sugar for each prepared ounce. It was determined as a hypocaloric-hyperproteic and isomolar formula, with a viscosity of 275cP, a pH of 5.1 and with 0.291% lactic acid. The artisan formula based on whey was liked by 41 children who participated in the sensory analysis. As a conclusion, it can be recommended as food supplement in children with nutritional vulnerability conditions.

Keywords: Artisan formula; Whey; Food supplement

Fórmula artesanal à base de soro de leite: suplemento alimentar para crianças pré-escolares

Resumo

O objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver uma fórmula artesanal à base de soro de leite como suplemento alimentar direcionado a crianças pré-escolares. Foi realizado um estudo descritivo em três fases: 1. Ensaios preliminares, para determinação do esquema tecnológico; 2. Avaliação físico-química, para caracterização do produto e determinação de macronutrientes e 3. Avaliação sensorial: mediu-se o grau de satisfação do produto final. Os dados obtidos das análises foram tabulados em quatro repetições e analisados por meio de estatísticas descritivas de tendência central e em frequências expressas em tabelas e gráficos utilizando o programa estatístico SPSS versão 20.0. Como resultado da análise proximal, para cada 100 gramas de requeijão desidratado fornece: 480,28 kcal, 46,5% de proteína; 22,36% de gordura e 23,26% de carboidratos. A formulação final da bebida consistiu em 2,9 g de requeijão desidratado, 3,6 g de arroz previamente cozido e 1,8 g de açúcar diluído para cada onça preparada. O resultado concluiu que é uma fórmula hipocalórica-hiperproteica e isoosmolar, com viscosidade de 275cP, pH de 5,1 e com 0,291% de ácido láctico. A fórmula artesanal à base de soro de leite foi apreciada por 41 crianças que participaram da análise sensorial. É recomendado seu uso em crianças que se encontrem em condições de vulnerabilidade nutricional.

Palavras-chave: Soro de leite; Suplemento alimentar; Fórmula artesanal

Introducción

En Latinoamérica, la pobreza afecta a un tercio de la población y la desnutrición, a una sexta parte de la región. Las mayores tasas de mortalidad infantil por pobreza y desnutrición se observan en niños menores de cinco años (1). La desnutrición en edades tempranas de la vida constituye uno de los principales problemas de salud pública y es causa de alteraciones en el bienestar social de América Latina al provocar aumento en las tasas de morbilidad y mortalidad en niños (2). En América Latina el 7% de los menores de cinco años sufren desnutrición global y el 16% desnutrición crónica (3).

El caso de Venezuela es particular, ya que en los últimos 8 años la alimentación de sus ciudadanos se ha visto diezmada a causa del impacto de la hiperinflación, el desabastecimiento, la caída de la producción nacional en los diferentes rubros de alimentos, la disminución del precio del petróleo en el mercado internacional y el desplome de la importación de alimentos, entre otras situaciones vigentes. La suma de estos factores ha conllevado la aparición de malnutrición por déficit en la población; se ha detectado un promedio de desnutrición en niños y adolescentes del 17% al 31% en las zonas más pobres. Sin embargo, desde 2007 no se publican los datos oficiales del Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN) (4).

La desnutrición infantil en algunas zonas de Venezuela ha alcanzado el nivel de crisis humanitaria, como advierte un informe realizado por la organización Caritas local. La economía está en caída libre y, por ello, la escasez de comida y medicinas ha disparado los precios de los alimentos. El 50% de los menores de cinco años, en las zonas supervisadas por Caritas, sufre de malnutrición (de diversos grados) o está en riesgo inminente de sufrirla (5).

La hospitalización durante la infancia implica un riesgo nutricional elevado, ya que incrementa las demandas energéticas y proteicas del niño como producto del estado catabólico de la enfermedad. Se ha estipulado que entre un 30% y 50% de los pacientes pediátricos que ingresan a los hospitales, padece algún grado de desnutrición o está en riesgo de estarlo, porcentaje que se eleva al 70% al ser dados de alta hospitalaria por el mantenimiento del ciclo desnutrición-infección (6). Otras investigaciones indican que la desnutrición en el ámbito hospitalario puede llegar a alcanzar hasta el 60% en países en vías de desarrollo, lo cual sugiere que la desnutrición es un problema persistente en pacientes pediátricos hospitalizados (7).

Las carencias alimentarias afectan gravemente el desarrollo personal, social y nacional. El problema es más evidente entre la población pobre y desfavorecida y su consecuencia es que hay millones de niños con malnu-

trición grave en todo el mundo. Se calcula que la malnutrición afecta a 50,6 millones de niños de menos de cinco años en los países en desarrollo. Algunos padecen malnutrición grave y son hospitalizados, pero, lamentablemente, la tasa de mortalidad durante el tratamiento puede llegar al 30-50% en algunos hospitales (8).

En el Hospital J. M. de los Ríos de Caracas y otros centros de atención en el país (Venezuela), se ha informado el ingreso de lactantes desnutridos graves, en sus formas marasmática, como consecuencia de una dieta deficiente de calorías y bajo la forma edematosa, debido a una alimentación que no provee proteínas. Muchos niños menores de dos años, actualmente desnutridos, con un cuadro agudo de desnutrición moderada o severa, pueden quedar con lesiones irreversibles en su desarrollo intelectual y físico, con alto costo humano y social (9). Se ha comprobado la prevalencia de desnutrición aguda en niños de edad preescolar hospitalizados (7).

Durante una investigación de cinco meses realizada y publicada en *The New York Times*, los médicos en veintidós hospitales públicos de diecisiete estados de Venezuela, informaron que sus salas de emergencia estaban atiborradas de niños menores con desnutrición severa. Muchos bebés mueren porque es difícil encontrar o poder costear la fórmula para la mamadera (tetero). Las cifras de muertes por desnutrición continúan sin ser publicadas.

En el informe anual de 2015 del Ministerio del Poder Popular para la Salud, se comunicó un aumento de cien veces en la tasa de mortalidad de niños menores de cuatro semanas: de 0,02% en 2012 a poco más de 2%.

El proceso de recuperación nutricional del niño desnutrido amerita del trabajo multidisciplinario, pero sobremanera de un plan nutricional establecido que cubra todas las dimensiones de la malnutrición por déficit (adecuado aporte energético, buena fuente proteica "con suficiente aporte de aminoácidos esenciales", que sea digerible por un sistema gastrointestinal que ha sufrido el impacto de la desnutrición, que provea vitaminas y minerales). Por esto es que el aporte de fórmulas infantiles basadas en lactosuero, que simulan la leche humana, es una opción acertada (10).

La principal proteína del lactosuero, la α -lactoalbúmina, puede alcanzar concentraciones hasta de 2,44 g/L en la leche madura. Esta proteína tiene como función principal la síntesis de lactosa a partir de glucosa y galactosa en la glándula mamaria. También brinda otros efectos beneficiosos para la salud de los niños, ya que su elevada proporción de aminoácidos esenciales (triptófano y cisteína), parece influir positivamente en la absorción de hierro en el intestino del niño. También presenta un claro efecto antimicrobiano frente a *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, cepas enteropatógenas de *Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium*, microorganismos que suelen estar relacionados con enfermedades infecciosas comunes en la infancia y exacerbadas en el niño con desnutrición (11).

Durante las últimas décadas, el desarrollo de fórmulas infantiles ha mejorado considerablemente, intentando no sólo adecuar la concentración de nutrientes a los requerimientos del niño, sino también, al adicionar compuestos bioactivos de diferente naturaleza, como la α -lactoalbúmina, con el propósito de obtener alimentos funcionales (11).

Ante los inminentes problemas económicos y de seguridad alimentaria y nutricional que se experimentan en Venezuela, cuyo impacto se ha profundizado en los últimos 8 años, resulta necesaria la búsqueda de mecanismos paliativos que contribuyan a mejorar el estado nutricional de grupos vulnerables de la población como son los niños, en quienes se ha visto comprometido su crecimiento y desarrollo corporal y cognoscitivo y, por ende, su futura calidad de vida. El padecimiento de desnutrición en los primeros 5 años de vida los convierte en personas menos competitivas intelectual y laboralmente.

Ante un panorama tan desolador para las generaciones de relevo venezolanas, surge esta investigación, la cual pretende desarrollar una fórmula artesanal a base de lactosuero como propuesta de complemento alimenticio, dirigida a niños preescolares y que, además, constituya un complemento de alimentación cuya producción pueda ser viable en el país, que sea de bajo costo, accesible y que traiga consigo beneficios nutricionales y de salud para el niño, favoreciendo el mejoramiento de su condición de vulnerabilidad nutricional.

Materiales y Métodos

Se ha llevado a cabo una investigación descriptiva con diseño no experimental.

Este estudio se realizó en fases. La primera estuvo referida a la elaboración de la fórmula artesanal a base de lactosuero, la segunda constó de la determinación físico-química para la caracterización del producto y determinación de nutrientes y, la última consistió en la evaluación del agrado de su sabor entre la población objetivo.

Fase I: ensayos preliminares

Se efectuó con el propósito de establecer el esquema tecnológico de la fórmula artesanal a base de lactosuero; para ello, se realizaron múltiples ensayos preliminares, con la intención de conocer las cantidades adecuadas de ingredientes e identificar los procesos necesarios a los que debía ser sometido el producto.

Primer ensayo. Obtención de la materia prima (requesón deshidratado)

Se partió de aproximadamente 80 L de suero de leche extraídos del primer filtrado, donados por la em-

presa Lácteos Santa Rosa (Mérida, Venezuela). El primer día de admisión se recibieron aproximadamente 40 L; el lactosuero fue sometido a un proceso de acidificación hasta la obtención de un pH de 4,7 con el agregado de ácido cítrico. Luego fue llevado a ebullición por 3 horas hasta lograr la precipitación proteica. La obtención de la proteína fue tamizada en su totalidad; se descartó la parte líquida y se obtuvieron aproximadamente 200 g de muestra de requesón.

En el segundo día de admisión del suero, se trabajó con 40 L y en el momento del ingreso se cuantificó un pH de 6,32 y una temperatura de 32 °C. Para acidificarlo se dejó en el refrigerador por aproximadamente 24 h; naturalmente la lactosa se convirtió en ácido láctico hasta alcanzar un pH de 4,7 (el necesario para precipitar las proteínas). Éste fue llevado a ebullición por 3 horas hasta obtener la precipitación proteica. Se tamizó y se obtuvieron 2 kg de muestra de requesón.

Ambas muestras fueron preparadas para el proceso de deshidratación. Se cumplió con las normas de higiene y manipulación y el requesón fue distribuido en porciones pequeñas en bandejas y fueron llevadas a estufa a 70 °C por aproximadamente 5 horas. Posteriormente, la muestra fue triturada, molida y pulverizada y se pasó por tamices de 120 µm hasta obtener un polvo muy fino (450 g de la materia prima). Estos pasos se presentan en la Figura 1.

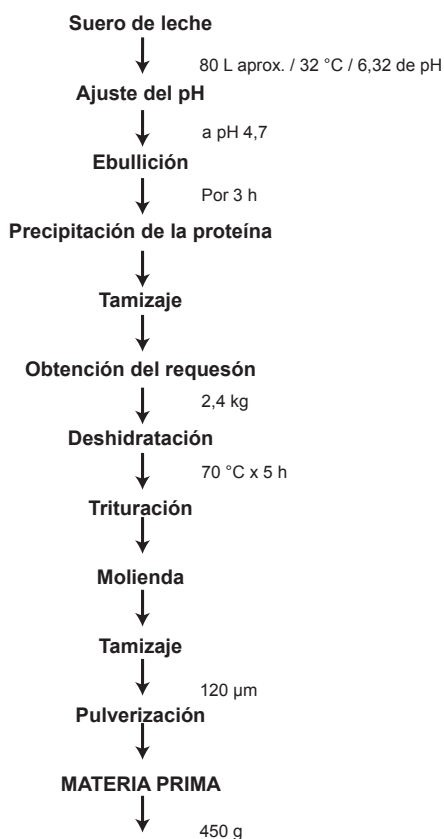


Figura 1. Esquema tecnológico del requesón deshidratado

Luego, se llevaron a cabo 14 ensayos a fin de analizar el comportamiento del producto en el momento de la dilución, su interacción con los demás ingredientes y sus propiedades organolépticas, para la obtención de un producto óptimo en cuanto a sabor, textura y nutrientes. Considerando las características de los ensayos, la formulación final fue de 3,6 g de arroz previamente cocidos, 2,9 g de requesón deshidratado y 1,8 g de azúcar por cada 30 mL de agua fría o a temperatura ambiente (previamente filtrada y hervida). Su esquema de preparación se presenta en la Figura 2.

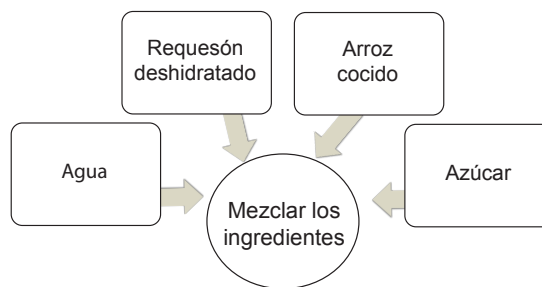


Figura 2. Esquema para la preparación de la fórmula artesanal a base de lactosuero

Fase II: Evaluación nutricional del requesón deshidratado

Análisis fisicoquímico

La calidad de los nutrientes que debe suministrar un alimento debe abarcar factores asociados a la digestión, absorción y biodisponibilidad celular (12). En la presente investigación se realizaron cuatro repeticiones aproximadamente de cada análisis, los resultados fueron promediados para la cuantificación del valor final.

Determinación de la humedad

Se hizo por el método de secado en estufa a presión atmosférica, el cual se fundamenta en la pérdida de peso que experimenta una muestra cuando es sometida a temperaturas moderadamente elevadas; se utilizan estufas, generalmente ventiladas, que permiten la circulación de aire por medio de un ventilador (13).

Se determinó el peso de la cápsula de porcelana vacía y posteriormente se pesaron de 2 a 5 g de la muestra en la cápsula. Se colocó la cápsula en la estufa a 100-105 °C por un período de al menos 24 horas. Luego se colocó la cápsula en un desecador y se dejó enfriar, para luego pesarla. Su cuantificación se realizó por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso de agua}}{\text{muestra húmeda}} \times 100$$

Determinación de cenizas

Las cenizas son los residuos inorgánicos que permanecen después de la calcinación o tras la oxidación completa de la materia orgánica (14). Se carboniza la muestra seca utilizada en la determinación de humedad con la ayuda de una hornilla. La carbonización se realiza hasta que cese la liberación de humo, luego se coloca la cápsula con la muestra carbonizada dentro de la mufla. Se incinera a 500–525 °C hasta obtener cenizas libres de carbón. Luego de enfriarse en un desecador se pesa (15).

$$\% \text{ cenizas (base húmeda)} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{muestra húmeda}} \times 100$$

Determinación de proteínas

Se hizo por el método de Kjeldahl que consiste en tres etapas: mineralización, destilación y titulación. En la mineralización, también conocida como digestión, la muestra es sometida a la acción de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado hirviente; así es convertida en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), mientras que el nitrógeno orgánico es fijado en forma de sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Luego, el material mineralizado estará compuesto por H_2SO_4 y sus sales, las que serán neutralizadas y llevadas a una condición alcalina mediante el uso de hidróxido de sodio (NaOH); este proceso es conocido como destilación.

El nitrógeno en forma de sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) es transformado en amoníaco (NH_3) mediante el NaOH . El gas amoníaco es recuperado y destilado bajo una solución tampón de ácido bórico (H_3BO_3). Cuando este gas se somete a una solución ácida capta los iones del medio (H^+) lo que provoca un aumento del pH y desde allí se transforma en borato de amonio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$).

Para la titulación se procede añadiendo una solución fuerte de baja concentración a la solución tampón, como ácido clorhídrico (HCl 0,02 N), hasta que el pH inicial del H_3BO_3 se restablezca y esto permitirá cuan-

tificar la cantidad de nitrógeno destilado; es decir, la cantidad de HCl necesario para la titulación será proporcional a la cantidad de amoníaco fijado a la solución de H_3BO_3 y, a la vez, será proporcional a la cantidad de nitrógeno de la muestra (15). El proceso se esquematiza en la Figura 3.

El contenido de nitrógeno de la muestra se procesó con la fórmula:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{VHCl muestra} - \text{VHCl blanco} \times \text{NHCl})}{\text{x 14 mg muestra húmeda} \times 100}$$

Donde:

% N: porcentaje de nitrógeno expresado en términos de masa.

VHCl muestra: mL de HCl utilizados en la titulación de la muestra.

VHCl blanco: mL de HCl utilizados en la titulación en blanco.

NHCl: normalidad del ácido clorhídrico.

14: peso equivalente del nitrógeno.

Luego: % proteínas (base húmeda) = % (BH) x 6,38 (factor de conversión)

Determinación de grasas

Se llevó a cabo por el método Weibull-Soxhlet. El método se fundamenta en una hidrólisis ácida previa a la extracción con la cual se rompe la película de proteína o celulosa. Posteriormente, el material hidrolizado es sometido a lavados continuos con agua alcalinizada hasta la eliminación de la acidez. Luego se seca en estufa y, por último, la muestra es sometida a extracción en el aparato de Soxhlet (16).

Se coloca la muestra en el cartucho de celulosa y se tapa con un trozo de algodón, se introduce el cartucho con la muestra en el cuerpo intermedio del extractor Soxhlet y se añade el éter por la parte superior del refrigerante hasta que sifonee por el tubo lateral. Se hace circular abundante agua a través del refrigerante. Se enciende y se regula la manta de calefacción a razón de lograr una condensación de aproximadamente 3 a

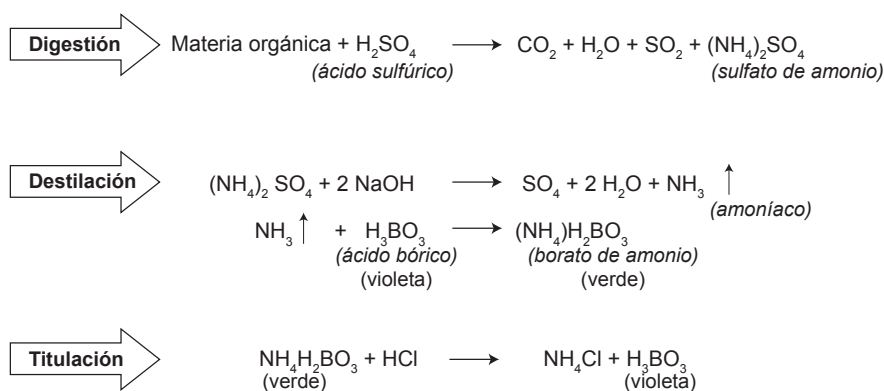


Figura 3. Proceso de determinación de proteínas

5 gotas por segundo. Se mantiene la extracción por un tiempo de 3 a 5 horas.

Se retira el balón del aparato Soxhlet y se destila el éter hasta que el balón no contenga más solvente; posteriormente a ello se lleva a la estufa a 105 °C por 15 minutos, se deja enfriando en un desecador y se pesa. El aumento de peso del balón es equivalente a la cantidad de grasa presente en la muestra pesada. Se expresan los resultados en términos de porcentaje (13).

$$\% \text{ grasa (base húmeda)} = \frac{\text{g grasa/muestra húmeda}}{\text{x 100}}$$

Determinación de hidratos de carbono

El porcentaje de hidratos de carbono se obtiene por la diferencia de los valores porcentuales de humedad, proteínas, lípidos y cenizas restados al 100% (17).

$$\% \text{ CHO (base húmeda)} = 100\% - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ grasas})$$

Determinación de calorías

Los cálculos de calorías se establecieron relacionando la cantidad en gramos de cada macronutriente, multiplicados por los coeficientes de Awater (proteínas 4, grasas 9 e hidratos de carbono 4). Para la estimación de nutrientes de la fórmula artesanal se tomó en consideración el análisis proximal de requesón deshidratado y el contenido de nutrientes del arroz cocido y el azúcar plasmados en la tabla de composición de los alimentos (18).

Análisis fisicoquímico de la fórmula artesanal

Determinación estimada de la osmolaridad

La osmolaridad de una fórmula se expresa en mOsmol/kg de agua. Aumenta con la densidad y es determinada fundamentalmente por los hidratos de carbono (19).

- Isoosmolar: 280-350 mOsmol/kg
- Osmolaridad moderada: 350-550 mOsmol/kg
- Hiperosmolar: mayor de 550 mOsmol/kg

Las bebidas isoosmolares contienen azúcares y electrolitos a la misma presión osmótica que la sangre (290±10 mOsm/L) (20). Rehidratan y reponen energía de forma inmediata mediante azúcares simples (6% de glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa) y de manera más prolongada mediante hidratos de carbono más complejos (maltodextrinas), y contienen minerales (Na, K, Ca, Mg, cloruros y fosfatos) (21).

Se calcula la osmolaridad de una bebida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{mOsm/L} = \text{concentración (g/L)} \times \text{n}^\circ \text{ de iones} \times 1000 \text{ peso molecular}$$

Donde:

- n° de iones: cuando se trate de un electrolito (fuerte o débil), se debe colocar el número de iones generados después de la disociación iónica, mientras que para los “no electrolitos” se debe colocar 1.
- peso molecular: es la sumatoria del peso de cada átomo que conforma la molécula.

Determinación de la densidad calórica

La densidad calórica de una fórmula se expresa en kcal/mL. Refleja las calorías que son aportadas por cada mL de muestra.

- Normocalórica: 1 kcal/mL
- Hipercalórica: mayor de 1,5 kcal/mL
- Hipocalórica: menor de 1 kcal/mL

Determinación de la densidad proteica

La densidad proteica se expresa en porcentaje.

- Normoproteica: 15-20%
- Hiperproteica: mayor de 20%

Determinación de la densidad por picnometría

La densidad de una sustancia representa el peso que ella tiene por unidad de volumen y determina la concentración de una solución. Se determina por un método gravimétrico que se basa en la relación que existe entre el peso de un volumen determinado de muestra y el peso del mismo volumen de agua, ambos medidos a la misma temperatura, normalmente a 20 °C. El proceso consiste en pesar el picnómetro perfectamente limpio y seco (Pv). Se llena el picnómetro completamente con agua destilada a 20 °C, se coloca la tapa observando la ausencia de burbujas en el interior del capilar, se seca bien y se pesa nuevamente (Pa). Posteriormente, se vacía el picnómetro y se llena con la muestra problema cuya densidad se desea determinar. Se ajusta a la misma temperatura del agua (20 °C), se tapa y se pesa de nuevo (Px) (13).

Se calcula la densidad con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Px} - \text{Pv}}{\text{Pa} - \text{Pv}}$$

Determinación de la viscosidad

La determinación de la viscosidad se realizó mediante un viscosímetro rotacional (CANNON® V-2020) a temperatura ambiente (22 °C). Utilizando una aguja N° 61 a 100 r.p.m. En el mismo se tomaron los valores por duplicado y después se promediaron (22).

Determinación de la acidez titulable

La acidez titulable mide todo hidrógeno presente en una solución que puede ser desplazado por un metal. La medida del grado de acidez en un alimento se determina por titulación; en productos lácteos, en especial lácteos fluidos, es indicativa de su estado de conservación y estabilidad térmica (15).

La acidez titulable está ligada a la cantidad de grupos carboxilo (-COOH) aportados por los ácidos orgánicos. Se mide por el porcentaje en peso del ácido contenido en el alimento, para el caso, ácido láctico. Se mide por volumetría neutralizando los iones hidrógeno de los ácidos con una solución alcalina de concentración conocida. Para ello el alimento se titula con una solución estándar de NaOH hasta lograr el punto de viraje de un indicador o hasta un pH predeterminado (15).

Se llena una bureta con la solución alcalina (NaOH 0,1 N) y se ajusta el menisco a cero; se miden 10 mL de la muestra homogénea. Se coloca la muestra en una fiola (matraz aforado) de 125 mL y se adicionan 4 gotas de fenolftaleína. Se titula con la solución de NaOH hasta el primer color rosado. Durante la titulación se debe agitar continuamente la fiola con un movimiento rotatorio (15).

Para expresar la acidez titulable en términos de porcentaje debe utilizarse la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = V \times N \times E / 10 \times a$$

Donde:

V: volumen en mL de NaOH gastados en la titulación

N: normalidad de NaOH (0,1N)

E: peso equivalente del ácido láctico (90)

a: mL de muestra (10 mL)

Fase III. Evaluación y análisis sensorial

La evaluación sensorial es aquella que se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, percibidas por los sentidos humanos (23). Comprende un conjunto de técnicas de medidas y evaluaciones de determinadas propiedades de los alimentos a través de uno o más de los sentidos humanos (24).

Se incluye una serie de pruebas afectivas en las que el juez expresa y manifiesta su respuesta subjetiva ante el producto evaluado, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o la rechaza (25). Las personas que participan no requieren de entrenamiento alguno, solo deben desear evaluar el producto (23). Los niños de 3-6 años de edad son capaces de expresar su grado de gusto por las muestras de alimentos usando escalas hedónicas de 3, 5 o 7 puntos (26). Estas se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Adecuación de los métodos de prueba sensorial para usar con niños de 2 a 10 años

Escala hedónica	Rangos de edades (años)			
	2-3	4-5	6-7	8-10
3 puntos		Sí		
5 puntos		Sí	Sí	Sí
7 puntos	No	Sí	Sí	Sí
9 puntos		Sí	Sí	Sí

Fuente: (27)

En la presente investigación se midió el nivel de agrado del producto final. Se tomó una muestra no representativa, contando con la participación de 43 niños en edad preescolar. Los datos fueron asentados en un formulario de registro establecido y validados por la cátedra de Tecnología de Alimentos, Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela).

El modelo consistió en una escala hedónica facial de tres puntos: agrado, desagrado y un punto medio de indiferencia simple y entendible para los encuestados. Se repartieron 20 mL de muestras de la fórmula artesanal a base de lactosuero a una temperatura de 8 °C y luego los niños completaron el formulario, con la finalidad de recolectar los datos necesarios para identificar si el producto era del agrado o desagrado para los encuestados.

Técnicas para el procesamiento de análisis de datos

Los datos obtenidos por un conjunto de 4 repeticiones de los diferentes análisis fueron tabulados y después se analizaron a través de promedios, desviaciones estándar y frecuencias, expresados en tablas y figuras mediante el programa estadístico SPSS versión 20.0.

Resultados

El desarrollo de esta investigación se centró en generar una fórmula artesanal a base de lactosuero, capaz de cubrir los requerimientos nutricionales de los niños en sus diferentes etapas de desarrollo. Por ello, resulta importante conocer el aporte nutricional del requesón deshidratado desarrollado. En la Tabla II se presenta la información nutricional correspondiente a 100 g de producto de requesón deshidratado. Se pudo determinar que éste contenía un aporte de proteínas del 46,5%, seguido por los hidratos de carbono con 23,26% y grasas con 22,36%.

Tabla II. Información nutricional del requesón deshidratado

Por cada 100 g	Desviación estándar		% Requerimiento INN 2000
Humedad	5,02	± 0,16	
Minerales	2,86	± 0,34	
Proteína (g)	46,5	± 8,25	74,4
Grasas totales (g)	22,36	± 2,84	40,2
Carbohidratos totales (g)	23,26	± 8,72	7,4
Energía (kcal)	480,28		24,0

* De acuerdo a las recomendaciones nutricionales diarias del Instituto Nacional de Nutrición (INN). Los requerimientos diarios fueron calculados con base a una dieta de 2000 kcal (COVENIN, 1997).

Calorías por gramo: proteínas 4*, grasas 9*, hidratos de carbono 4*.

Fuente: información nutricional del lactosuero deshidratado en base a los requerimientos de una dieta de 2000 kcal/diarias.

En la Tabla III se presenta el aporte de nutrientes del requesón deshidratado (RD) por cada onza preparada. Se tomaron en cuenta para la preparación de la dilución las indicaciones del Departamento de Fórmulas Lácteas y Soporte Nutricional del Instituto Autónomo Hospital Universidad de los Andes (IAHULA), Mérida-Venezuela. Se puede señalar que utilizando menos gramos del requesón deshidratado diluido al 9,6% (2,9 g) se obtiene un mayor aporte de proteína del que refleja la dilución de la leche de vaca por cada onza preparada, ya que la leche de vaca en polvo diluida al 13,5% (4,05 g por cada onza preparada) aporta 19,6 Kcal, 1 g de proteína, 1,04 g de grasa y 1,48 g de hidratos de carbono, aproximadamente.

Tabla III. *Aporte de nutrientes del requesón deshidratado (RD) por cada onza preparada*

Alimento	g	kcal	Proteínas (g)	Grasas (g)	CHOs (g)
RD al 9,6%	2,9	13,92	1,35	0,65	0,67

Fuente: Aporte de nutrientes del lactosuero deshidratado por cada onza preparada. RD: requesón deshidratado, CHOs: hidratos de carbono simples.

Dado que el propósito principal de esta investigación fue elaborar una fórmula artesanal a base de lactosuero capaz de propiciar la recuperación nutricional de niños en condición de vulnerabilidad y que, además, fuese de sabor agradable y deseable para los consumidores, se consideró la utilización de diferentes alimentos. Se obtuvo como resultado una fórmula completa con preparación óptima, la que puede observarse en la Tabla IV. Ésta constó de 2,9 g de requesón en polvo por cada onza preparada, el cual se deja rehidratar en 30 mL de agua fría o a temperatura ambiente (previamente filtrada y hervida). Posteriormente a ello, la dilución se pasa a la licuadora con 3,6 g de arroz previamente cocido y 1,8 g de azúcar y se licúa hasta obtener una mezcla homogénea (tiempo aproximado 1 min).

Tabla IV. *Formulación definitiva de la fórmula artesanal a base de lactosuero*

Ingredientes	Cantidad
Agua (filtrada y hervida)	30 mL
Arroz (previamente cocido, sin sal)	3,6 g (al 12%)
Requesón deshidratado	2,9 g (al 9,6%)
Azúcar	1,8 g (al 6%)

Fuente: Formulación definitiva de la fórmula artesanal a base de lactosuero, en base a 1 onza (30 mL).

En la Tabla V se expresa el resultado de energía y nutrientes aportados por cada onza de la fórmula artesanal. Refleja un total de 24,9 kcal, 1,43 g de proteínas, 0,654 g de grasas y 3,34 g de hidratos de carbono.

Tabla V. *Energía y nutrientes por cada onza de la fórmula artesanal a base de lactosuero*

Alimento/ porcentaje	g	kcal	Proteínas (g)	Grasas (g)	CHOs (g)
Arroz cocido (12%)	3,6	3,82	0,08	0,004	0,88
RD (9,6%)	2,9	13,82	1,35	0,65	0,67
Azúcar (6%)	1,8	7,16			1,79
TOTAL	8,3	24,9	1,43	0,654	3,34

Fuente: Energía y nutrientes por cada onza de la fórmula artesanal a base de lactosuero. RD: requesón deshidratado, CHOs: hidratos de carbono simples.

En la Tabla VI se presentan distintos parámetros relacionados con la fórmula a base de lactosuero, que resultan de interés nutricional a la hora de recuperar a un niño en condición de vulnerabilidad. En el caso de la osmolaridad, la bebida artesanal arrojó como resultado 328,44 mOsmol/L y se la clasificó como una fórmula "isoosmolar". En lo referente a la densidad calórica, ésta fue de 0,83 kcal por cada mL de fórmula preparada, donde el 22,97% de esas calorías eran aportadas principalmente por las proteínas, por lo que puede referirse a esta fórmula como hipocalórica e hiperproteica. De acuerdo a la concentración de solutos presentes en la solución (densidad determinada por picnometría), su densidad fue de 1,0304 g/mL. La viscosidad de la fórmula artesanal fue de 275 cP, lo que es atribuible a la combinación de alimentos que presenta la fórmula y a la preparación de los mismos. Por último, con respecto a la acidez titulable de la fórmula artesanal, ésta fue de 0,291% de ácido láctico y tenía un pH de 5,1, parámetro que se relaciona con la fermentación inicial a la que fue sometido el suero para obtener la precipitación proteica.

Tabla VI. *Otros parámetros de interés nutricional de la fórmula artesanal preparada a base de lactosuero*

Parámetros de interés	Valor
Osmolaridad	328,44 mOsmol/L,
Densidad calórica	0,83 kcal/mL
Densidad medida por picnometría	1,0304 g/mL,
Viscosidad	275 cP
Acidez titulable	0,29% de ácido láctico
pH	5,1

Fuente: Fórmula artesanal a base de lactosuero.

Luego de la elaboración de la fórmula, un elemento vital de esta investigación fue medir su nivel de agrado, por lo que se recurrió a la realización de una prueba de tipo sensorial. Se planificó la degustación de la bebida artesanal a base de lactosuero para posibles futuros con-

sumidores (niños), quienes plasmaron su nivel de agrado en un formulario previamente diseñado y validado.

En la Figura 4 se evidencia el resultado del nivel de agrado de los panelistas. Cuarenta y tres niños prescolares evaluaron la fórmula artesanal a base de lactosuero. De ellos, 41 indicaron que les gustó la bebida desarrollada. Sin embargo, 2 de los panelistas expresaron que no les gustó la bebida, bien porque su sabor era un poco ácido o por no gustar de las bebidas lácteas. El resultado refleja una mayoría de agrado general para la fórmula artesanal a base de lactosuero expresado por los futuros consumidores.

Discusión y Conclusiones

Una vez finalizados los ensayos se obtuvo un alimento artesanal a base de lactosuero, caracterizado por proveer una buena cantidad de proteínas de alto valor biológico por toma de alimento. Debe acotarse que como señalan Naranjo *et al.* (28), la desnutrición es un problema que continúa vigente en el mundo, que acarrea consecuencias nefastas tanto para el individuo como para la sociedad y que suele caracterizarse por un aporte deficitario de todos los macronutrientes, en especial, de proteínas, lo que provoca la aparición de enfermedades nutricionales como *kwashiorkor* o falta de desarrollo cognitivo y físico a lo largo del tiempo, entre otras consecuencias, por lo que se hace indispensable su monitoreo y tratamiento.

Ante el panorama planteado resulta oportuna la búsqueda de mecanismos paliativos que sean de bajo costo y accesibles, como es la formulación de alimentos artesanales como el obtenido en este estudio, el cual cubre de manera efectiva más del 50% de los requerimientos de la ingesta diaria de los niños preescolares referente a las proteínas y con un aporte calórico aproximado del 30% de acuerdo con los valores de referencia para la población venezolana [Instituto Nacional de Nutrición (INN), 2016] (18).

Estos hallazgos guardan relación con los estudios realizados por Stobaugh *et al.* (29) y Bahwere *et al.* (30), quienes resaltan que las fórmulas desarrolladas con proteínas del suero logran atacar la desnutrición aguda en niños menores de 5 años. Tomando en consideración los estudios previamente realizados por otros investigadores, se demuestra que los alimentos infantiles con base de proteínas de lactosuero pueden ser considerados como tratamiento para recuperar a niños con desnutrición; sin embargo, en la presente investigación no se realizaron estudios de la eficacia de la fórmula artesanal desarrollada a base de lactosuero. Por otra parte, las investigaciones anteriores no describieron el contenido nutricional de los alimentos infantiles desarrollados, por ende, no fue posible comparar los resultados obtenidos.

Por otra parte, en lo que respecta a otras características nutricionales de importancia de la fórmula artesanal obtenida, puede indicarse que fue de tipo isoosmolar. En este sentido es importante destacar que, según las directrices de la OMS (S/F) (31) para tratar a un paciente con malnutrición por déficit, en la etapa inicial de la alimentación deben emplearse fórmulas de baja osmolaridad. La osmolaridad de la fórmula artesanal obtenida es similar a la de la leche fluida, es decir, oscila entre 1,028 y 1,032 g/mL, tal como lo indicó Walstra (32), por lo que su uso en tratamientos para el abordaje de la desnutrición resulta ideal.

En coincidencia con García *et al.* (33) puede señalarse que el aumento en la viscosidad es atribuible a varios factores: el azúcar (a mayor contenido se observa un aumento proporcional de la viscosidad); tiempo (transcurridas 24 h, aproximadamente) o incremento de la temperatura (25 °C). Es importante, además, señalar que este tipo de bebidas resultan más atractivas para los niños cuanto mayor sea su contenido de azúcar. La adición de cereales y almidones en una fórmula confiere incremento de la viscosidad (34), ya que, cuando los gránulos de almidón están en contacto con el agua y se eleva la temperatura, se incrementa el tamaño de los gránulos, lo que a su vez aumenta la viscosidad de una muestra (35). Las proteínas



Figura 4. Nivel de agrado de la fórmula artesanal a base de lactosuero

Fuente: Energía y nutrientes por cada onza de la fórmula artesanal a base de lactosuero. RD: requesón deshidratado, CHOs: hidratos de carbono simples.

del lactosuero aportan baja viscosidad comparadas con la mayoría de las proteínas y, por calentamiento, ésta no se modifica sustancialmente. Esta propiedad permite que se utilicen estas proteínas en altas concentraciones. La viscosidad establece diferencias en el uso administrativo por vía oral y por sonda, por ende, al evaluar la situación que se presente, se deberá modificar la fórmula en el momento de la intervención nutricional (37).

En cuanto a la acidez obtenida en la fórmula artesanal, Morales (38) indicó que mientras mayor sea la viscosidad y menor el pH de una bebida a base de lactosuero, mayor será su aceptación por los consumidores. Al igual que con la metodología planteada por Chen *et al.* (26), se recopilaban los datos en un formulario de escala hedónica de 3 puntos faciales recomendado para niños de 3 a 6 años de edad. Luego de la degustación de la bebida artesanal a base de lactosuero, los futuros consumidores plasmaron su nivel de agrado en el formulario; estos datos fueron recopilados y posteriormente se realizó un análisis estadístico descriptivo. Paredes (39) indicó que un producto alimenticio a base de proteínas del suero de la leche era de alta preferencia por los niños y que, además, un alto porcentaje de padres encuestados daría estos productos a sus hijos.

Finalmente, puede señalarse que se desarrolló una fórmula artesanal capaz de cubrir en parte los requerimientos nutricionales de los preescolares a base de suero de leche. Así también, se estableció su esquema tecnológico y formulación final de la bebida, caracterizando su contenido de calorías, proteínas, lípidos, hidratos de carbono y su valor nutricional. Esta resultó ser una rica fuente de proteínas de alto valor biológico, lo que la hace de gran utilidad para el profesional de la nutrición, quien puede ajustar la formulación según sean las necesidades de su paciente.

Esta fórmula podría representar una opción de tratamiento hospitalario para niños con desnutrición grave, al tener un adecuado aporte de macronutrientes, osmolaridad ideal, poseer un agradable sabor y ser bien recibida entre los niños, con un método de obtención sencillo y económico. Por todo esto, se la considera una alternativa factible para combatir la desnutrición en el país.

Correspondencia

Lic. MILAIDI DE LAS ROSAS GARCÍA BRAVO
Avenida Don Tulio Febres Cordero, Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición y Dietética. Cubículo # 04, ala sur. Mérida-Venezuela.
Correo electrónico: milaidigarciabravo@gmail.com, milaidi@ula.ve

Referencias bibliográficas

1. Jiménez D, Rodríguez A, Jiménez R. Análisis de determinantes sociales de la desnutrición en Latinoamérica. *Nutr Hosp Supl* 2010; 3 (3): 18-25.

2. Kac G, García Alvear JL. Epidemiología de la desnutrición en Latinoamérica: situación actual. *Nutr Hosp* 2010 Oct ; 25 (Suppl 3): 50-6.
3. Rodríguez-Martín A, Novalbos-Ruiz JP, Jiménez-Rodríguez A, Baglietto Ramos M, Romero Sánchez JM. Implicaciones de la desnutrición en atención primaria. *Nutr Hosp* 2010; 25 (Suppl 3): 67-79.
4. Landaeta-Jiménez M, Aliaga C, Sifontes Y, Herrera M, Candela, Y, Delgado Blanco A, *et al.* El derecho a la alimentación en Venezuela. *An Venez Nutr* 2012 Abril-Junio; 25 (2): 73-84.
5. Caritas de Venezuela. Línea basal del monitoreo centinela de la situación nutricional en niñas y niños menores de 5 años. Distrito Capital, Vargas, Miranda y Zulia. [Online] 2016 Disponible en: file:///C:/Users/Pap%C3%A1/Desktop/TESIS%20NU. (Fecha de acceso: 26 de octubre de 2020).
6. Joosten K, Zwart H, Hop W, Hulst J. National malnutrition screening days in hospitalized children in The Netherlands. *Arch Dis Child* 2010; 95 (2): 141-5.
7. Póntiles M, Morón A, Darias S. Circunferencia media de brazo en preescolares y escolares hospitalizados como valor predictivo de desnutrición aguda. *An Venez Nutr* 2016; 66 (3): 176-84.
8. Ashworth A, Khanum S, Jackson A, Schofield C. Directrices para el tratamiento hospitalario de niños con malnutrición grave. Suecia: OMS 2004. [Online]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43061> (Fecha de acceso: 28 de octubre de 2020).
9. Landaeta M, Herrera M, Vásquez M, Ramírez G. La alimentación de los venezolanos según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida. *An Venez Nutr* 2015; 29 1: 18-30.
10. Wit J. Dietary ingredients in non-dairy foods. En: Francis. *Encyclopedia of food science and technology*. New York: Wiley; 2003. p. 768-72.
11. Peso Echarri P, González Bermúdez C, Vasallo Morillas M, Santaella Pascual M, Ros Berrueto G, Frontela Sasetta C, *et al.* α -Lactoalbúmina como ingrediente de fórmulas infantiles. *ALAN* 2012; 62 (1): 6-14.
12. Combitas B, Farías M. Yogurt enriquecido con L-carnitina y esteviosidos y su efecto sobre pacientes con dislipidemia. [Tesis de pregrado. Mérida (Venezuela): Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes]; 2012.
13. Agudelo R. Guía de prácticas del módulo "Análisis Físico-Químico de Alimentos". Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela); 2004.
14. Nielsen S. *Análisis de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 2009.
15. Agudelo R. Guía de prácticas del módulo de "Tecnología de los Alimentos". Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela); 2012.
16. Guerra M, Sangronis E, Torres A. *Prácticas de laboratorio de análisis de alimentos*. Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela); 2009.

17. Rodríguez B, Martín E. Análisis de Alimentos. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 1990.
18. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Caracas: INN; 2012.
19. Potter N. Bebidas. En: Ciencia de los alimentos. 5th ed. Zaragoza: Editorial Acribia; 1995. 481-97.
20. Rodríguez V. Bases de la alimentación humana. Madrid: NetBiblo S.L.; 2008.
21. Tiskow G. El fenómeno de la ósmosis. Barquisimeto (Venezuela): Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado; 2006.
22. León R, Villamizar M. Estudio exploratorio de la dilución óptima y grado de aceptación de fórmulas comerciales poliméricas utilizadas en alimentación enteral con aporte calórico promedio; 2011.
23. Pedrero D, Pangborn R. Evaluación sensorial de los alimentos. En: Métodos analíticos. D.F: Longman de México; 1989.
24. Sancho J. Análisis sensorial de los alimentos. México: Alfaomega; 2002.
25. Meilgaard MC, Reid DS. Determination of personal and group thresholds and use of magnitude estimation in beer flavour chemistry. En: Land DG, Nursten HE Progress in flavour research. Londres: Applied Science Publishers 1979. p. 67-73.
26. Chen AW, Resurrección AV, Paguio LP. Age appropriate hedonic scales to measure food preferences of young children. J Sens Studies 1996 Jul; 11 (2): 141-63.
27. Guinard J. Sensory and consumer testing with children. Trends Food Sci Technol 2001; 11 (1): 273-83.
28. Naranjo A, Alcivar V, Rodríguez T, Betancourt F. Desnutrición infantil kwashiorkor. RECIMUNDO 2020; 4 (1): 24-5.
29. Stobaugh HC, Ryan KN, Kennedy JA, Grise JB, Crocker AH, Thakwalakwa C, *et al.* Including whey protein and whey permeate in ready-to-use supplementary food improves recovery rates in children with moderate acute malnutrition. Am J Clin Nutr 2016 Mar; 103 (3): 926-33.
30. Bahwere P, Banda T, Sadler K, Nyirenda G, Owino V, Shaba B, *et al.* Effectiveness of milk whey protein-based ready-to-use therapeutic food in treatment of severe acute malnutrition in Malawian under-5 children: a randomised, double-blind, controlled non-inferiority clinical trial. Matern Child Nutr 2014; 10 (3): 436-51.
31. Ashworth A, Khanum S, Jackson A, Schofield C. Directrices para el tratamiento hospitalario de niños con malnutrición grave. Ginebra: OMS; 2004.
32. Walstra P. Ciencia de la leche y productos lácteos Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 2001.
33. García M. Viscosidad en la dieta de pacientes diagnosticados con disfagia orofaríngea. Acta Bioquím Clín Latinoam 2016; 50 (1): 45-60.
34. Gonzalez C. Empleo de fórmulas infantiles antiregurgitación en lactantes. Efectos sobre la biodisponibilidad mineral. Rev Chil Nutr 2011; 38 (4): 482-90.
35. Hosney C, González M. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Madrid: Editorial Acribia S.A.; 1991.
36. Yamul KD. Propiedades de geles de concentrado de proteínas de lactosuero, miel y harina. [Tesis doctoral. Buenos Aires (Argentina): Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata, 2008]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48974/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y (Fecha de acceso: 1 de noviembre de 2020).
37. Pietro R. Efecto de una dieta con productos modificados en textura para pacientes ancianos. Nutr Hosp 2009; 24: 87-92.
38. Morales P. Elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche como propuesta para niños en edad escolar. [Tesis de pregrado. Mérida (Venezuela): Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, 2016].
39. Paredes S. Aceptabilidad de productos a base de lactosuero en niños escolares de una escuela urbana. [Tesis de pregrado. Mérida (Venezuela): Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de los Andes, 2018].

Recibido: 22 de febrero de 2021

Aceptado: 23 de marzo de 2022