



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – **versión post-print**

Esta es la versión aceptada para publicación. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Desarrollo y optimización de una papilla rica en nutrientes críticos, para niños de 12 a 23 meses de edad de la región del Nordeste Argentino, a partir de alimentos localmente disponibles

Development and optimization of a porridge rich in critical nutrients, for children from 12 to 23 months of age in the Northeast region of Argentina, using locally available foods

Verónica Lucía Mendoza^a, Carola Noelia Riernersman^a, Jessica Paula Spipp^{ab}

^aDepartamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina.

^bConsejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina.

[*jessicaspipp@uncaus.edu.ar](mailto:jessicaspipp@uncaus.edu.ar)

Recibido: 26/12/2024; Aceptado: 22/03/2025; Publicado: 18/05/2025.

Editor Asignado: Joel Girón Hernández. Universidad de Northumbria, Reino Unido

CITA: Mendoza VL, Riernersman CN, Spipp JP. Development and optimization of a porridge rich in critical nutrients, for children from 12 to 23 months of age in the Northeast region of Argentina, using locally available foods. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2025; 29(2). doi: 10.14306/renhyd.29.2.2382 [ahead of print].

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publiquen antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.

Esta obra está bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

RESUMEN

Introducción: En la región del Nordeste Argentino (NEA) los niños menores de 2 años presentan deficiencias de micronutrientes (principalmente calcio, hierro, vitaminas A y E), mientras que los alimentos complementarios comúnmente ofrecidos suelen tener una baja calidad nutricional y una textura inapropiada para la edad. Este estudio se enfocó en desarrollar un alimento complementario que garantice una densidad apropiada de dichos micronutrientes, lo cual es importante para satisfacer las necesidades de éstos en volúmenes adecuados, asegurando características texturales acordes para la edad, priorizando el uso de ingredientes locales y accesibles, destinado a niños de 12 a 23 meses en situación de vulnerabilidad nutricional.

Metodología: Se aplicó un diseño de mezclas mediante Minitab 18[®] para formular papillas empleando una base fija de espinaca, sésamo y aceite de girasol, e ingredientes variables como garbanzo, zanahoria y leche entera, con el fin de maximizar el aporte de calcio, hierro, vitaminas A y E. Se analizó la composición nutricional teórica, textura, apariencia, humedad y actividad de agua de las mezclas. Se valoró la densidad nutricional de las papillas y se optimizó la dureza en función de purés de referencia.

Resultados: El diseño arrojó 10 formulaciones, cuya densidad de nutrientes críticos fue superior al mínimo deseado. No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los valores de humedad de la mayoría de las mezclas y los purés de referencia, sin embargo, la a_w fue mayor en todos los casos. La mezcla óptima quedó constituida por: espinaca 42,0 g; sésamo 16,0 g; aceite de girasol 2,0 g; garbanzo 43,4 g y leche entera 16,6 g, con una deseabilidad de 1 y una dureza pronosticada de 268,2 g.

Conclusiones: Fue posible formular papillas nutricionales y texturalmente adecuadas para niños de 12 a 23 meses de la región NEA, utilizando ingredientes regionales, ampliando la oferta de alimentos saludables.

Financiación: Este estudio fue financiado mediante un Proyecto de I+D y una beca de investigación de grado, perteneciente a la Universidad Nacional del Chaco Austral.

Palabras clave: Alimento para lactantes, Nutrientes, Vitaminas, Minerales.

ABSTRACT

Introduction: In the Northeast region of Argentina (NEA), children under 2 years of age have micronutrient deficiencies (mainly calcium, iron, and vitamins A and E), while the commonly offered complementary foods tend to have low nutritional quality and inappropriate texture for their age. This study focused on developing a complementary food that guarantees an appropriate density of these micronutrients, which is important to meet their needs in adequate volumes, ensuring textures appropriate for their age, using locally available foods, intended for children aged 12 to 23 months in a situation of nutritional vulnerability.

Methodology: A mixture design was applied using Minitab 18® to formulate porridges using a fixed base of spinach, sesame, and sunflower oil, and variable ingredients such as chickpea, carrot, and whole milk, to maximize the contribution of calcium, iron, vitamins A and E. The theoretical nutritional composition, texture, appearance, moisture, and water activity of the mixtures were analyzed. The nutritional density of the porridges was assessed, and the hardness was optimized based on reference purees.

Results: The design yielded 10 formulations, whose critical nutrient density was higher than the desired minimum. There were no significant differences ($p > 0.05$) between the moisture values of most of the mixtures and the reference purees, however, the a_w was higher in all cases. The optimal mix consisted of spinach 42.0 g; sesame 16.0 g; sunflower oil 2.0 g; chickpea 43.4 g and whole milk 16.6 g, with a desirability of 1 and a predicted hardness of 268.2 g.

Conclusions: It was possible to formulate nutritionally and texturally adequate porridge for children aged 12 to 23 months in NEA region, using regional ingredients, and expanding the offer of healthy foods.

Funding: This study was funded by an I+D project and a research grant from the National University of Chaco Austral.

Keywords: Infant Food, Nutrients, Vitamins, Minerals.

MENSAJES CLAVES

- Mensaje clave 1. En la región del Nordeste Argentino los niños menores de 2 años de edad presentan ingestas de vitamina A, D, E, hierro y calcio, inferiores a las recomendaciones.
- Mensaje clave 2. Las cantidades de los ingredientes en la base fija de las 10 formulaciones optimizadas se determinaron maximizando el aporte de micronutrientes de cada materia prima utilizada, logrando cubrir la densidad nutricional mínima de los nutrientes críticos.
- Mensaje clave 3. El análisis de textura de las papillas demostró un incremento en la dureza de la papilla al aumentar el contenido de garbanzo y disminuir el aporte de leche.
- Mensaje clave 4. Al superponer gráficas de diseño de mezclas simplex-centroide y el gráfico de contorno, las formulaciones H e I se identificaron dentro de la región óptima y fueron seleccionadas por su similitud textural con las papillas patrón.

INTRODUCCIÓN

La alimentación complementaria (AC) abarca entre los 6 y los 23 meses de edad, siendo una etapa crítica, donde la lactancia materna exclusiva no cubre todas las necesidades nutricionales, por lo que se deben introducir alimentos semisólidos y sólidos, para ayudar a prevenir malnutrición y enfermedades crónicas, favoreciendo el desarrollo físico e intelectual¹. Una forma de garantizar un adecuado aporte de kilocalorías y nutrientes, es expresar los requerimientos en función de la densidad nutricional (mg- μ g del nutriente cada 100 kcal del alimento), la cual contempla la capacidad gástrica del niño².

Los alimentos complementarios deben ser nutritivos, proporcionando suficiente energía, proteínas y micronutrientes, con una baja concentración de antinutrientes, y una consistencia lo suficientemente espesa como para mantenerse en la cuchara^{3,4}. En contraste, es común que se ofrezca a los niños alimentos de consistencia inadecuada y baja calidad nutricional. A la vez, están expuestos a alimentos comerciales, accesibles pero de bajo valor nutritivo, aumentando el riesgo de enfermedades crónicas en el futuro. Además, se recomienda utilizar alimentos locales en la formulación de opciones para AC, ya que facilita el acceso, especialmente en entornos vulnerables⁵.

A nivel global, la mitad de los lactantes entre los 6 y los 23 meses de edad no cumplen con la frecuencia mínima de comidas, y más del 70% carece de una dieta variada. En cuanto a nutrientes esenciales, muchos niños no consumen suficientes frutas, verduras, huevos, pescado y carne⁶. En el contexto nacional, la ingesta de energía, hierro, calcio, vitaminas A y C, son inadecuadas con respecto a las recomendaciones⁷. Además, se evidenció una baja prevalencia de diversidad alimentaria mínima, lo que indica que los niños no consumen, como mínimo, 5 de los 8 grupos de alimentos recomendados^{8,9}. Esto aumenta el riesgo de deficiencias de micronutrientes, lo que podría afectar su desarrollo físico y cognitivo a largo plazo.

De manera similar, en la región del NEA, los niños menores de 2 años de una localidad del interior de la provincia del Chaco, presentaron ingestas de vitaminas A, D, E, hierro y calcio significativamente menores a las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR)¹⁰.

Investigaciones anteriores han desarrollado formulaciones para AC a partir de materias primas locales. Sin embargo, estos estudios se centraron en analizar la capacidad antioxidante y su conservación, sin considerar el aporte energético y de macronutrientes¹¹; o bien, trabajaron con mezclas de harinas, evaluando su densidad de nutrientes, pero sin indicar claramente la porción recomendada, lo que puede llevar a errores en la preparación¹². A nivel nacional, estos estudios son pocos y se enfocaron principalmente en el uso de granos andinos, analizando cómo la germinación mejora su valor nutricional y textura, pero sin justificar la incorporación de ciertos aditivos⁴. Frente a la escasez de estudios que utilizaron ingredientes locales para el desarrollo de alimentos complementarios en la región del NEA, se suma la alta disponibilidad de materias primas regionales poco estudiadas para el desarrollo de este tipo de productos.

El objetivo de este trabajo fue formular una papilla para niños entre los 12 y los 23 meses de edad de una población nutricionalmente vulnerable, optimizando a partir de recursos locales la densidad energética, el aporte de micronutrientes críticos y propiedades texturales.

METODOLOGÍA

Selección de ingredientes y diseño de mezclas

Se utilizaron como ingredientes fijos para la formulación: espinaca (E), sésamo (S) y aceite de girasol (AG); considerando al S y E como fuente de calcio, mientras que la E también aportó hierro

y vitamina A. Por su parte, el AG se identificó como el principal proveedor de vitamina E. Dicha base estuvo constituida por 42,0 g de E, 16,0 g de S y 2,0 g de AG formando el 50% de una porción de la papilla (120 g). Estas proporciones se determinaron mediante balance de materia, utilizando como criterio que cada micronutriente contribuyera como mínimo con el 25% de la IDR.

Se utilizaron como ingredientes variables: zanahoria (Z), garbanzo (G) y leche entera (LE), variando sus proporciones de 0 a 60 g, con el fin obtener una textura adecuada. Se aplicó un diseño de mezclas simplex-centroide (DSC) utilizando el software Minitab® (versión 18.1, 2017)¹³, El aporte nutricional de las formulaciones se evaluó en base a tablas de composición química¹⁴ y se comparó con la densidad de nutrientes mínima deseable para alimentos complementarios²: 63 mg de Ca; 1,2 mg de Fe y 5 µg de vitamina A, por cada 100 kcal. Para la vitamina E, se tomó como referencia un valor >25% de su IDR (1,5 mg)¹⁵, ya que no existe un parámetro mínimo definido para dicho nutriente en alimentos complementarios. Además, se calculó la densidad energética de la porción.

Elaboración del producto alimenticio

Todos los alimentos se almacenaron en un ambiente limpio y seco hasta su procesamiento. Las materias primas se lavaron con agua potable. La Z se peló, se subdividió en trozos (1 mm) en una multiprocesadora y se cocinó por 10 minutos a 100°C, con una relación 3/1 de agua/Z, con el fin de minimizar el oscurecimiento y ablandar tejidos¹⁶. Las hojas de E se escaldaron por 10 minutos a 100°C, cubriéndose con agua durante el proceso de ebullición, para disminuir antinutrientes mediante la lixiviación de los compuestos solubles al agua de cocción¹⁷. El G se remojó a 25°C por 12 hs en agua (3/1 agua/G), se lavó 3 veces y se cocinó durante 70 minutos a 100°C (5/1 agua/legumbres)^{13,18}. Las semillas de S se tostaron por 6 minutos a 200°C en estufa. Estos tratamientos contribuyeron a la reducción de contenidos antinutricionales, como el oxalato y el ácido fítico, mejorando así la biodisponibilidad de los minerales estudiados. Posteriormente, las semillas de S se molieron con molinillo manual de discos concéntricos, obteniendo una pasta adecuada para integrarse de forma homogénea a la papilla¹⁹. Luego se procesaron los ingredientes en licuadora obteniéndose las mezclas. Las mismas se conservaron en congelador (-18°C), en recipientes plásticos cerrados herméticamente hasta el momento de los análisis. Como

referencia para los análisis fisicoquímicos se consideraron papillas tradicionales de consumo habitual en este grupo etario (purés de zapallo y mixto).

Las materias primas presentan una estacionalidad de primavera/verano para la espinaca, zanahoria y sésamo, mientras que el garbanzo es de la época invernal. Se obtuvieron en cantidades suficientes para llevar a cabo todas las mezclas necesarias para los análisis.

Análisis fisicoquímicos

Con el objetivo de que las muestras formuladas cumplieran con el criterio de alimento semisólido (no debe escurrirse por la cuchara ni presentar una dureza muy elevada) se realizaron ensayos de apariencia. Se utilizaron los métodos de prueba establecidos por la Iniciativa Internacional para la Estandarización de la Dieta para la Disfagia (IDDSI) y se los clasificó según la escala de consistencias para alimentos con textura modificada y bebidas espesas²⁰. Para ello, se emplearon las siguientes pruebas a 25°C: Test de flujo, Test de goteo con tenedor, Test de inclinación de la cuchara, y Test de presión con tenedor, además del Método de desplome²¹. Este último no posee una escala de clasificación para categorizar los alimentos en niveles de consistencia, por lo que en este caso sólo se evaluó si existió o no desplome de la muestra.

Para determinar las propiedades texturales de la papilla, se llevó a cabo el Método de Texture Profile Analysis (TPA), midiéndose parámetros como dureza, deformación y elasticidad. La prueba se realizó por triplicado utilizando texturómetro Texture Analyzer CT3 (Brookfield Engineering Labs, Inc.). Las papillas (40 g) fueron sometidas a una prueba de compresión de dos ciclos de penetración, con sonda cilíndrica de acrílico TA11/1000, una distancia de penetración de 10 mm, velocidad test 1 mm/s y fuerza de disparo 1 g.

Por último, se determinó el contenido de Humedad (Método 950.46 de la AOAC-1990) y la a_w mediante un medidor de actividad de agua marca Testo, modelo 650.

Análisis estadísticos

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional simple con un nivel de probabilidad del 5%, para determinar diferencias significativas entre las formulaciones desarrolladas y las muestras de referencia respecto a los parámetros fisicoquímicos, previa verificación del cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se utilizó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las medias cuando ANOVA $p < 0,05$. Se

realizó un análisis de regresión a las propiedades de textura estudiadas. Se validó el modelo de regresión mediante significancia estadística ($p \leq 0,05$) y el coeficiente de determinación ($R^2 > 0,80$). Se optimizó mediante gráficas de contorno y funciones de deseabilidad (FD) buscando que las propiedades texturales de las papillas formuladas estuvieran dentro de los límites definidos por los purés de referencia (zapallo y mixto).

RESULTADOS

Diseño de mezclas y composición nutricional teórica

El diseño de mezclas arrojó 10 formulaciones con diferentes proporciones de los ingredientes en la matriz variable, en un rango de 0-60 g. Las proporciones de dichos ingredientes, la composición química teórica, la densidad energética y nutricional de las formulaciones diseñadas se muestran en la Tabla 1. Todas las muestras presentan valores de densidad calórica y nutricional superiores a los parámetros utilizados como referencia².

Análisis fisicoquímicos del producto elaborado

Se presenta en la Tabla 2 un resumen de los valores fisicoquímicos para las distintas formulaciones.

En las pruebas de apariencia, las muestras se clasificaron entre los niveles 3 y 6 de IDDSI (Figura 1 y 2). El test de flujo se realizó sólo en aquellas muestras visualmente más líquidas (C, F y J), las cuales mostraron una consistencia nivel 4 o superior. Sin embargo, considerando las demás pruebas realizadas, se demostró que la formulación C coincidió con las características del nivel 3 (bebida moderadamente espesa o alimento licuado). Por otro lado, las muestras E, F y J se ubicaron en el nivel 5, mientras que los ejemplares A, B, D, G, H e I, así como los purés de referencia, correspondieron a un nivel 6. En la prueba de desplome, solo las papillas C y la J se mostraron más fluidas, mientras que las demás, incluidas las mezclas de zapallo y mixta, conservaron su forma.

Tabla 1. Proporciones de los ingredientes variables, composición química teórica, densidad energética y nutricional de las formulaciones desarrolladas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Proporciones de los ingredientes de la matriz variable										
Zanahoria	0	60	0	30	0	30	20	10	40	10
Garbanzo	60	0	0	30	30	0	20	40	10	10
Leche entera	0	0	60	0	30	30	20	10	10	40
Composición nutricional teórica (aporte en 120 g)										
E (kcal)	216,1	138,7	153,7	177,4	184,9	146,2	169,5	192,8	154,1	161,6
HC (g)	22,2	10,6	8,5	16,4	15,3	9,6	13,8	18,0	12,2	11,1
P (g)	9,3	4,4	5,9	6,9	7,6	5,2	6,5	7,9	5,5	6,2
Grasa (g)	11,3	9,9	11,7	10,6	11,5	10,8	11,0	11,2	10,4	11,4
Fe (mg)	5,6	4,1	4,1	4,8	4,9	4,1	4,6	5,1	4,3	4,4
Ca (mg)	244,8	233,4	289,2	239,1	267,0	261,3	255,8	250,3	244,6	272,5
Vit A (µg)	220,7	731,3	239,3	476,0	230,0	485,3	397,1	308,9	564,2	318,2
Vit E (mg)	1,9	2,3	1,7	2,1	1,8	2,0	2,0	1,9	2,2	1,9
Densidad energética y nutricional (aporte en 100 kcal)										
E (kcal/g)	1,9	1,2	1,4	1,6	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,4
Fe (mg)	2,5	2,7	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6
Ca (mg)	107,5	156,4	177,3	126,8	136,6	167,3	142,1	122,7	148,5	158,8
Vit A (µg)	96,9	490,0	146,7	252,5	117,7	310,8	220,6	151,5	342,7	185,5
Vit E (% IDR)	31,8	38,6	28,8	35,2	30,3	33,7	33,0	32,4	35,8	30,9

E: Energía; HC: Hidratos de Carbono; P: Proteína; IDR: Ingestas Dietética de Referencia.

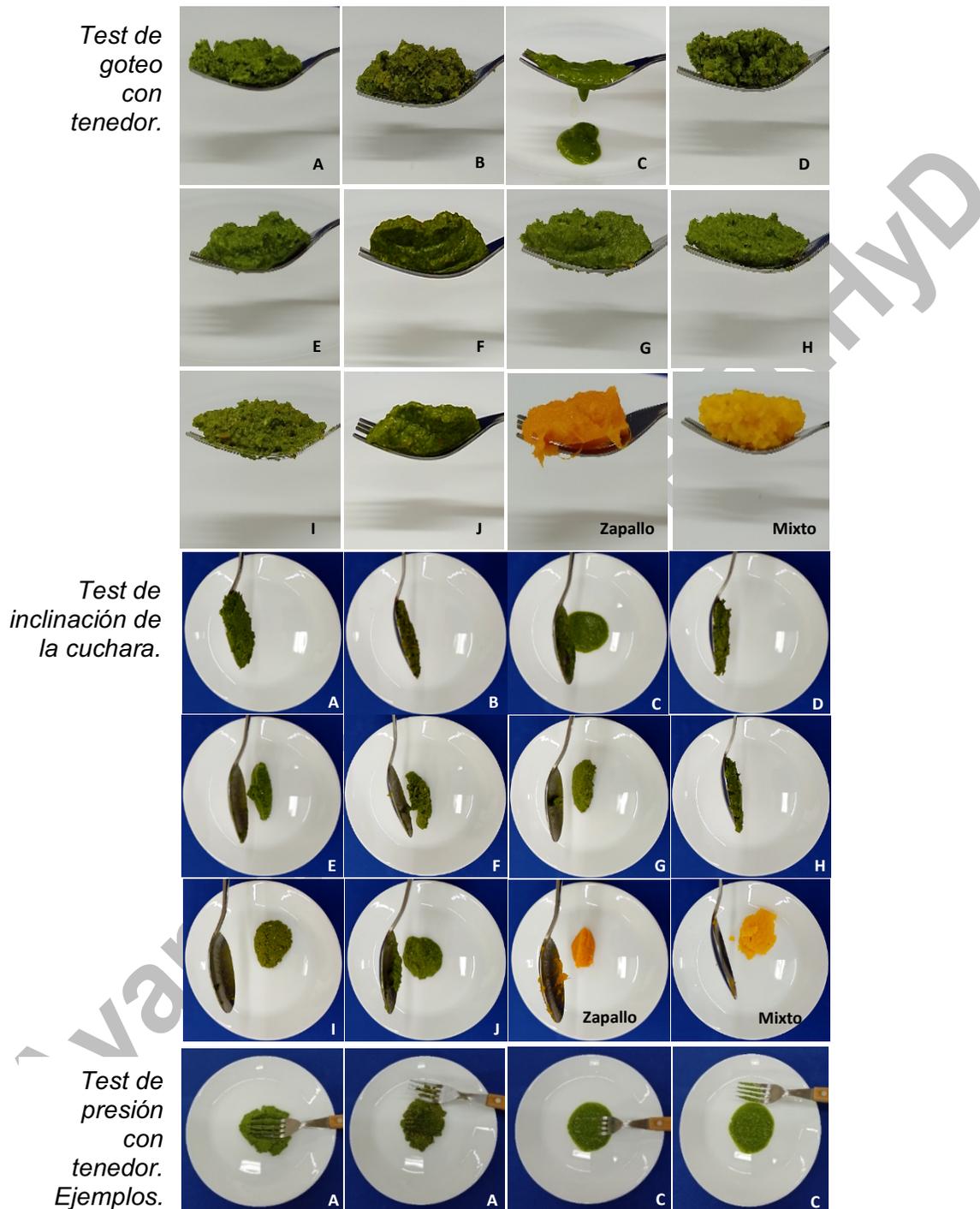
Tabla 2. Análisis fisicoquímicos de las papillas formuladas.

F	Apariencia		Textura			Humedad (%)	a _w
	Nivel IDDSI*	Método desplome	Dureza (g)	Deformación (mm)	Elasticidad (mm)		
A	6	No	572,3±22,3 ^a	9,6±0,0 ^a	44,6±1,2 ^a	64,6±0,3 ^c	0,992
B	6	No	361,8±33,8 ^{bc}	9,9±0,1 ^a	44,4±1,2 ^a	79,6±0,3 ^{ab}	0,990
C	3	Si	16,3±0,3 ^g	9,8±0,4 ^a	43,4±2,5 ^a	76,8±0,2 ^b	0,979
D	6	No	379,2±6,0 ^b	10,0±0,0 ^a	43,3±1,0 ^a	71,2±0,5 ^{bc}	0,991
E	5	No	97,3±6,3 ^f	9,8±0,0 ^a	32,6±10,0 ^b	71,7±0,1 ^{bc}	0,982
F	5	No	85,5±4,4 ^f	9,9±0,2 ^a	41,3±1,1 ^{ab}	79,2±0,1 ^{ab}	0,987
G	6	No	162,3±10,6 ^e	9,9±0,1 ^a	44,5±0,5 ^a	73,7±0,3 ^{bc}	0,994
H	6	No	311,8±12,6 ^c	10,0±0,0 ^a	42,6±2,4 ^a	69,8±0,2 ^{bc}	0,997
I	6	No	246,8±30,6 ^d	10,0±0,0 ^a	44,3±0,1 ^a	77,4±0,1 ^{ab}	0,997
J	5	Si	57,7±4,1 ^{fg}	9,9±0,1 ^a	45,6±0,4 ^a	75,4±0,1 ^b	0,997
Puré zapallo	6	No	204,7±4,3 ^{de}	9,9±0,2 ^a	45,4±0,3 ^a	87,2±0,4 ^a	0,957
Puré mixto	6	No	331,7±23,5 ^{bc}	9,7±0,4 ^a	44,1±0,8 ^a	73,8±8,8 ^{bc}	0,969

*20

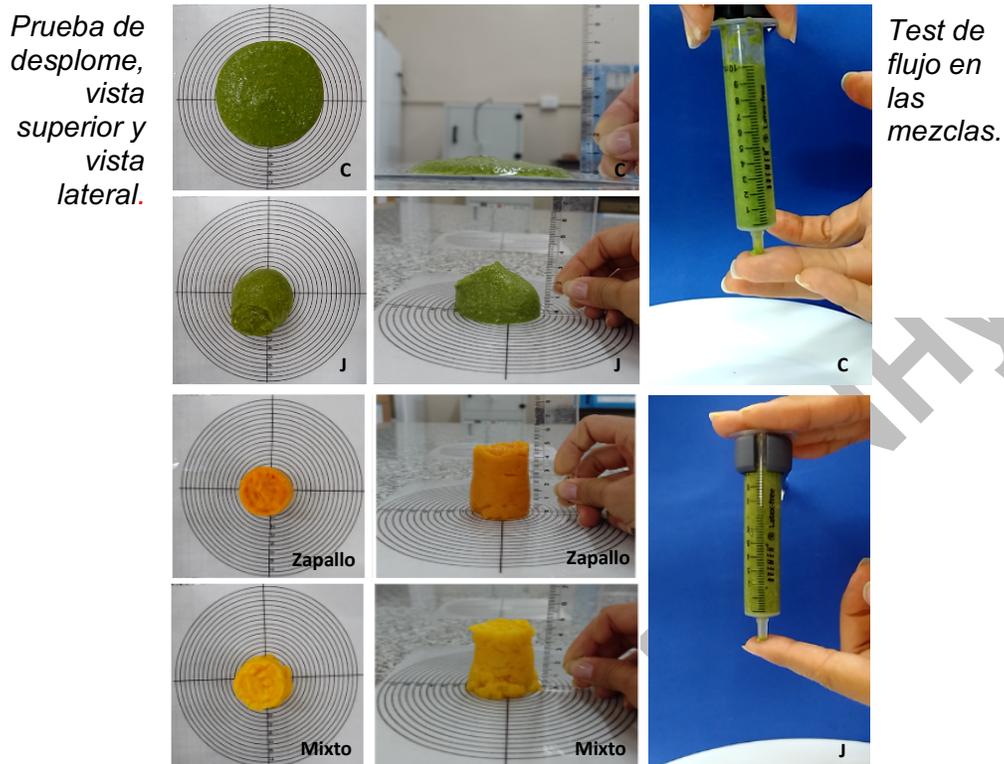
^{a-g} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (p<0,05).

Figura 1. Análisis de apariencia. Métodos de prueba establecidos por IDDSI: Test de goteo con tenedor, Test de inclinación de la cuchara y Test de presión con tenedor.



Desde la A hasta J: diferentes formulaciones obtenidas por diseño de mezclas, cuya base fija estuvo constituida por 42,0 g de espinaca, 16,0 g de sésamo y 2,0 g de aceite de girasol; y como base variable se utilizó zanahoria, garbanzo y leche entera, variando de 0 a 60 g en las proporciones en las distintas mezclas. Zapallo y mixto: purés de referencia.

Figura 2. Análisis de apariencia. Métodos de prueba establecidos por IDDSI: Test de flujo y Método de desplome.



Ejemplos C y J: diferentes formulaciones obtenidas por diseño de mezclas, cuya base fija estuvo constituida por 42,0 g de espinaca, 16,0 g de sésamo y 2,0 g de aceite de girasol; y como base variable se utilizó zanahoria, garbanzo y leche entera, variando de 0 a 60 g en las proporciones en las distintas mezclas. Zapallo y mixto: purés de referencia.

Con respecto a la textura, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la dureza de las mezclas y los purés de referencia, excepto en las papillas B, D y H, similares al puré de zapallo, y G e I, comparables al puré mixto. En deformación y elasticidad no hubo diferencias significativas, salvo la muestra E para el último parámetro mencionado.

En lo que refiere a las demás variables, la mayoría de las mezclas presentaron diferencias significativas para la humedad, excepto las muestras B, F, e I, comparando con el puré de zapallo. Contrariamente, indicaron que la referencia de la muestra mixta, es comparable con todas las formulaciones ($p > 0,05$). Los valores de a_w de las muestras formuladas y las de referencia fueron superiores a 0,9, lo que implica que en ambos casos existe una alta probabilidad de proliferación microbiana, reacciones químicas y actividad enzimática.

Optimización de los parámetros de textura

En la optimización por DSC, el ANOVA de los modelos de regresión que explican la dureza en base a las cantidades de Z, G y LE reportó que los modelos de tipo lineal, cuadrático y cúbico tuvieron valores p de 0,00; 0,00 y 0,11; y coeficientes de determinación R^2 de 0,85; 0,99 y 0,99; respectivamente. Por lo tanto, para esta variable se escogió el modelo cuadrático por tener un efecto estadístico significativo ($p < 0,05$) y poseer un elevado R^2 . El modelo para dureza se expresó de la siguiente manera:

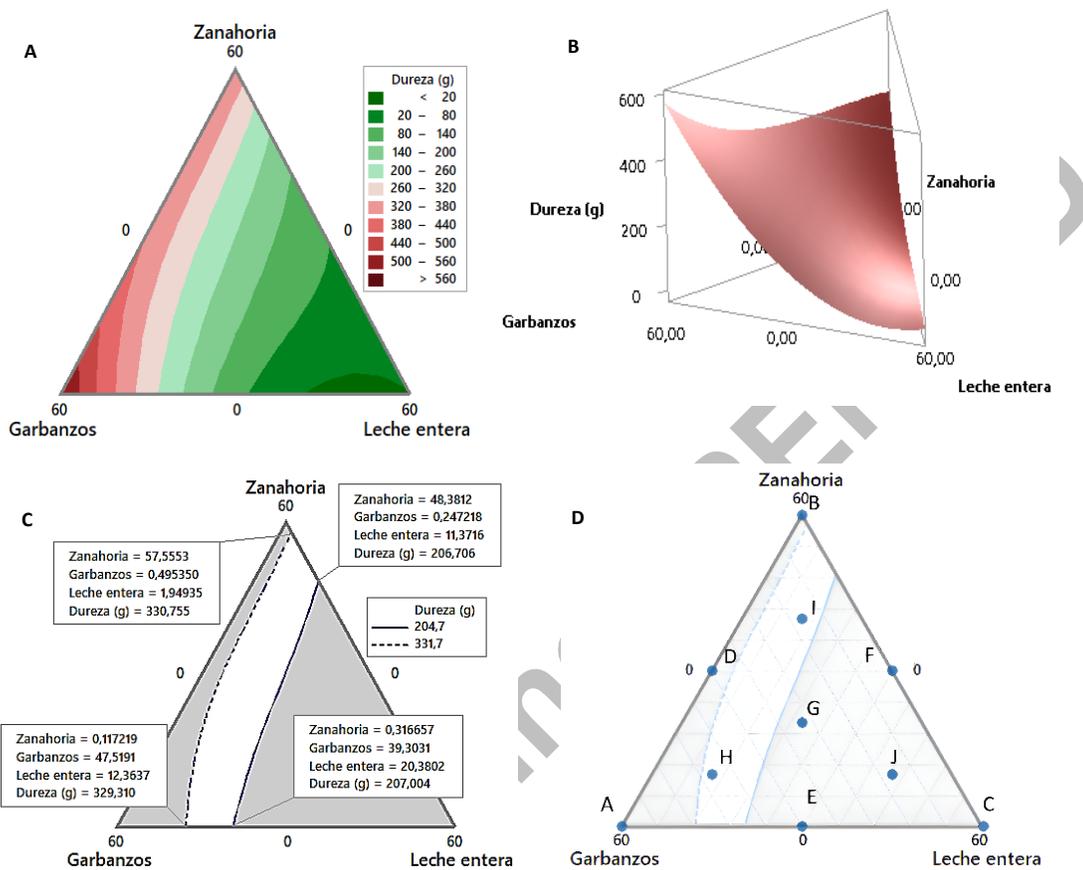
$$\text{Dureza (g)} = 6,00568*(Z) + 9,47260*(G) + 0,33800*(LE) - 0,08841*(Z)*(G) - 0,10141*(Z)*(LE) - 0,20659*(G)*(LE)$$

Luego de definir el modelo ajustado para la dureza, se realizó la interpretación en forma de gráficos de contorno y de superficie, para conocer cómo afectan los contenidos de Z, G y LE en la dureza del alimento complementario. La Figura 3 (A y B) muestran que, a mayor proporción de garbanzos en la mezcla, mayor es la dureza, mientras que esta disminuye al aumentar la leche entera. La variable deformación no mostró significancia estadística y no se consideró en la optimización. En el ANOVA de los modelos de elasticidad, el modelo cúbico especial mostró significancia estadística ($p < 0,05$), pero el R^2 fue bajo (0,53), explicando solo una parte de la variabilidad. Por lo tanto, no se consideró esta variable en la optimización de mezclas.

La gráfica de contorno superpuesta muestra la “región óptima” de dureza (Figura 3-C), determinada por la proporción de ingredientes de la mezcla. En esta región, con límites de dureza entre 204,7 g (puré de zapallo) y 331,7 g (puré mixto), se encuentran mezclas con rangos de 0-58 g Z, 0-46 g de G y 2-20 g de LE. Superponiendo las gráficas de DSC y el gráfico de contorno para este parámetro, las formulaciones H e I caen dentro de esta región óptima (Figura 3-D) y se seleccionaron por su similitud textural con las papillas patrón.

La mezcla que optimiza la dureza de las papillas, determinada por FD, consiste en 0 g de Z; 43,4 g de G y 16,6 g de LE, con una deseabilidad de 1 y una dureza pronosticada de 268,2 g. Estos valores están dentro de los rangos definidos por DSC, asegurando una dureza similar a los purés de referencia.

Figura 3. Optimización de la formulación según textura.



A (gráfico de contorno) y B (superficie de mezcla) muestran la influencia de los ingredientes en la dureza de la papilla; C (contorno superpuesto), destaca la región óptima de dureza; y D (superposición de DSC y contorno), identifica las formulaciones dentro de la región óptima.

DISCUSIÓN

Las mezclas mostraron un aporte nutricional por porción similar a lo reportado por Jiménez y Cols.⁴, en cuanto a carbohidratos (13,9 g), pero mayor en lo referido a grasas (0,8 g) y proteínas (2,4 g). Contrariamente, se publicaron valores superiores de HC (25,9 g – 109,6 g) y proteínas (10,2 g – 23,6 g)^{16,22}, con un menor aporte de grasas (6,6 g – 7,6 g), comparado con las papillas desarrolladas. Esto puede deberse a que utilizaron una mayor proporción de cereales, tubérculos y legumbres, incluyendo en menor medida vegetales y frutas, que favorecen la diversidad alimentaria y el aporte de micronutrientes⁵. Del mismo modo, la cantidad de grasa del puré

desarrollado es superior debido a la incorporación de AG y S, en comparación con los trabajos mencionados que incluyeron sólo uno de dichos alimentos.

La mayoría de las papillas contenían un valor energético menor a lo referido por otras investigaciones^{16,22}, de 208,1 y 570,7 kcal/porción, respectivamente. Sin embargo, la densidad calórica cumplió con lo recomendado por Vazquez-Frias y Cols.²³, en cuanto al aporte mínimo recomendado para alimentos complementarios (>0,8 kcal/g). Estos datos son menores a lo expuesto por Ayele y Cols.²⁴, de 3,3 kcal/g, y ligeramente mayores a lo difundido por otros autores^{22,25} (entre 0,9 y 1,3 kcal/g). El mayor aporte energético de estos trabajos se debe principalmente a que son mezclas de harinas para reconstituir, densos en energía, y no alimentos listos para consumir como es el caso de las papillas desarrolladas. Estas últimas, además de ser prácticas, eliminan la posibilidad de errores en su preparación, y el posible sub o sobre aporte calórico. Es importante destacar que, si los niños ingieren una densidad menor a la recomendada, no recibirán la cantidad de alimentos necesarios para cubrir sus necesidades energéticas y, si se incorpora una alta cantidad de kcal en una comida, podrían desplazar la lactancia materna²⁶.

Los micronutrientes son vitales para la vida, significativos para el desarrollo y crecimiento adecuados en niños⁵. Otros trabajos^{22,24,25} presentaron valores inferiores en la densidad nutricional para el calcio, con datos de 131,7; 24,1 y 20,4 mg/100kcal, respectivamente, sin llegar a cubrir en los dos últimos el valor deseado para este mineral. Por otra parte, el hierro de las papillas fue superior comparado con lo publicado por Ayele y Cols.²⁴, de 1,3 mg/100 kcal, e inferior a lo reportado por Tura y Cols.²² de 8,5 mg/100 kcal. En cuanto a la vitamina A, las mezclas estudiadas mostraron aportes más elevados que lo publicado por Amagloh y Cols.²⁵, quienes documentaron 124,0 µg/100 kcal. En relación a la vitamina E, Ayele y Cols.²⁴ informaron valores superiores (27,1 mg/100 kcal) en comparación a las mezclas formuladas en este estudio, que alcanzaron un promedio de 1,2 mg/100 kcal. Todas estas discrepancias podrían atribuirse a las diferentes materias primas utilizadas, siendo en algunos casos más pobres en ciertos nutrientes, o más concentradas en otros. No obstante, las papillas estudiadas lograron cubrir $\geq 25\%$ de las IDR por porción para los micronutrientes estudiados.

Una limitación del estudio es que la composición nutricional de las formulaciones se calculó teóricamente, lo que podría no reflejar el aporte real de las materias primas locales, cuya

composición puede variar estacionalmente. En futuras investigaciones se plantea realizar un análisis proximal de la mezcla óptima para mayor precisión^{12,27}.

En relación a las características fisicoquímicas, los valores de humedad y a_w obtenidos son similares a los reportados en otros estudios⁴, alcanzando un 82,2% (H%) y 0,991 (a_w). Debido a esto, las mezclas deben conservarse en frío si no se consumen en las dos horas posteriores a su preparación, o congelarse para una conservación prolongada²⁸. Además, implica la necesidad de evaluar técnicas de conservación para garantizar su estabilidad y seguridad microbiológica²⁹. Previo a la aplicación práctica del producto, se realizarán evaluaciones adicionales de estabilidad y seguridad microbiológica, así como análisis sensorial. Con respecto a la apariencia, todas las mezclas excepto la formulación C, presentaron una consistencia aparente acorde a las recomendadas para niños mayores de un año (niveles 4 – 6 en escala IDDSI), según criterio propio. Por otro lado, la textura de las formulaciones evidenció una dureza superior a otros alimentos analizados⁴ (119,6 g) lo que indica una mayor resistencia a la compresión. Esto es beneficioso, ya que los niños mayores suelen preferir alimentos más duros que al inicio de su alimentación³⁰. La optimización de las papillas en base a texturas comúnmente consumidas en la región facilita la aceptación, a la vez que promueve una adecuada masticación y deglución, disminuyendo el riesgo de atragantamiento³.

CONCLUSIONES

Se logró formular diferentes papillas para AC utilizando ingredientes localmente disponibles que cubrieron las recomendaciones de micronutrientes críticos y energía para niños entre los 12 y los 23 meses de edad, mediante el uso de un diseño de mezclas que optimizó simultáneamente propiedades nutricionales y texturales, pudiendo integrarse como estrategia alimentaria en programas locales de salud pública para poblaciones vulnerables. Se prevé en estudios posteriores determinar la composición nutricional real, aceptabilidad sensorial y realizar ensayos de vida útil.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad Nacional del Chaco Austral y a la Secretaría de Ciencia y Técnica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Las autoras son responsables de la investigación y han participado en el concepto, diseño, análisis e interpretación de los datos, redacción y corrección del manuscrito.

FINANCIACIÓN

Este estudio fue financiado mediante el Proyecto de I+D: PI N° 133-Res. N°:020/2021 C.S. y una beca de investigación de grado Res. N°:077 /2023 C.S. - UNCAUS.

CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Ofrecimiento de datos bajo petición al autor/a de correspondencia.

REFERENCIAS

- (1) Lutter CK, Grummer-Strawn L, Rogers L. Complementary feeding of infants and young children 6 to 23 months of age. *Nutr Rev.* 2021;79(8):825-46, doi: 10.1093/nutrit/nuaa143.
- (2) Dewey KG, Brown KH Update on Technical Issues Concerning Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries and Implications for Intervention Programs. *Food and Nutrition Bulletin.* 2003;24(1):5-28, doi: <http://dx.doi.org/10.1177/156482650302400102>.
- (3) Cuadros-Mendoza CA, Vichido-Luna MA, Montijo-Barrios E, Zárate-Mondragón F, Cadena-León JF, Cervantes-Bustamante R, et al. Actualidades en alimentación complementaria. *Acta pediátrica de México.* 2017;38(3):182-201, doi: 10.18233/apm38no3pp182-2011390.
- (4) Jimenez MD, Miraballes M, Gámbaro A, Lobo MO, Samman NC. Baby purees elaborated with Andean crops. Influence of germination and oils in physic-chemical and sensory characteristics. 2019, doi: 10.1016/j.lwt.2019.108901.
- (5) United Nations Children's Fund (UNICEF) Improving Young Children's Diets During the Complementary Feeding Period. UNICEF Programming Guidance. New York: UNICEF; 2020.

(6) United Nations Children's Fund (UNICEF) Fed to Fail? The Crisis of Children's Diets in Early Life. New York: UNICEF; 2021.

(7) Ministerio de Salud de la Nación Encuesta Nacional de Nutrición y Salud ENNYS Documento de resultados. 2007.

(8) Ministerio de Salud Base de datos de la 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNYS2) 2018-2019. 2021.

(9) Zapata ME, Rovirosa AB, Nessier MC, Romero Mathieu N, Gigena JR, Bonet de Viola AM. Desigualdad en las prácticas de lactancia y alimentación complementaria en la Argentina, según nivel de ingresos del hogar en 2018-19. Arch Argent Pediatr. 2024; 122(4):e202310221, doi: 10.5546/aap.2023-10221.

(10) Spipp JP, Riernersman CN, Rivas FP, Calandri EL, Albrecht C. Assessment of dietary intakes and feeding practices in children aged 6-23 months in a town in the Northeast region of Argentina. Arch Argent Pediatr. 2022;120(6):369-76, doi: 10.5546/aap.2022.eng.369.

(11) Mateescu AM, Mureşan AE, Puşcaş A, Mureşan V, Sestras RE, Muste S. Baby Food Purees Obtained from Ten Different Apple Cultivars and Vegetable Mixtures: Product Development and Quality Control. Applied Sciences. 2022;12(23):12462, doi: 10.3390/app122312462.

(12) Marcel MR, Chacha JS, Ofoedu. CE Nutritional evaluation of complementary porridge formulated from orange-fleshed sweet potato, amaranth grain, pumpkin seed, and soybean flours. Food Sci Nutr. 2022;10(2):536-53, doi: 10.1002/fsn3.2675.

(13) Aynalem EG, Duraisamy R. Formulation and Optimization of Complementary Food Based on Its Nutritional and Antinutritional Analysis. Int J Food Sci. 2022:1126031, doi: 10.1155/2022/1126031.

(14) National Agricultural Library Food Composition Database. Department Of Agriculture, U.S; 2021.

(15) Institute of Medicine Ingestas Dietéticas de Referencia. Fundamentos de Nutrición Normal. 2da ed. El Ateneo; 2000. p. 63-5.

(16) Adetola OY, Onabanjo OO, Stark AH. The search for sustainable solutions: Producing a sweet potato based complementary food rich in vitamin A, zinc and iron for infants in developing countries. Scientific African. 2020;8:e00363, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00363.

(17) Hemmige NN, Abbey L, Asiedu SK. An overview of nutritional and nntinutritional factors in green leafy vegetables. *Horticult Int J*. 2017; 1(2):58-65, doi: 10.15406/hij.2017.01.00011.

(18) Shi L, Arntfield SD, Nickerson M. Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses. *Food Res Int*. 2018;107:660-8, doi: 10.1016/j.foodres.2018.02.056.

(19) El-Sayed Embaby H. Effect of heat treatments on certain antinutrients and in vitro protein digestibility of peanut and sesame seed. *Food Sci Technol Res*. 2010;17(1):31-8, doi: 10.3136/fstr.17.31.

(20) IDDSI Métodos de Prueba del Marco de IDDSI 2.0. 2019.

(21) Bourne MC. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. New York: Academia Press; 2022.

(22) Tura DC, Belachew T, Tamiru D, Abate KH. Energy, protein and iron densities of dabi teff-field pea-based optimised novel complementary flour and its contribution to daily energy and nutrients demand by 6–23-month-old children. *British Journal of Nutrition*. 2024;131(6):1015-30, doi: 10.1017/S0007114523002581.

(23) Vázquez-Frias R, Ladino L, Bagés-Mesa MC, Hernández-Rosiles V, Ochoa-Ortiz E, Alomía M, et al. Consenso de alimentación complementaria de la Sociedad Latinoamericana de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica: COCO 2023. *Revista de Gastroenterología de México*. 2023;88(1):57-70, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2022.11.001>

(24) Ayele DA, Teferra TF, Frank J, Gebremedhin S. Optimization of nutritional and functional qualities of local complementary foods of southern Ethiopia using a customized mixture design. *Food Science & Nutrition*. 2022;10(1):239-52, doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2663>.

(25) Amagloh FK, Coad J. Orange-fleshed sweet potato-based infant food is a better source of dietary vitamin A than a maize-legume blend as complementary food. *Food Nutr Bull*. 2014;35(1):51-9, doi: 10.1177/156482651403500107.

(26) Dewey KG, Vitta BS. *Strategies for ensuring adequate nutrient intake for infants and young children during the period of complementary feeding*. Washington: Alive&Thrive. 2013;(7): 1-14.

(27) Natabirwa H, Nakimbugwe D, Lung'aho M, Tumwesigye K, Muyonga JH. Bean-based nutrient-enriched puffed snacks: Formulation desing, functional evaluation, and optimization. Food Science & Nutrition. 2020:4763-72, doi: 10.1002/fsn3.1727.

(28) Zamarillo-Campos R, Rovira-Boixadera L, Rendo-Urteaga T. Prácticas y creencias habituales en la preparación de la alimentación complementaria infantil en una muestra española: estudio transversal. Nutr Hosp. 2021;358(5):919-34.

(29) Michaelsen KF, Hoppe C, Roos N, Kaestel P, Stougaard M, Lauritzen L, et al. Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. Food and Nutrition. 2009;30(3):343-404.

(30) Chow C, Skouw S, Bech AC, Olsen A, Bredie WL. A review on children's oral texture perception and preferences in foods. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022;64(12):3861-79, doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2136619>.

Avance Online - RENHYD