

DESARROLLO DE UNA GELATINA EN POLVO FORTIFICADA CON CALCIO PARA EL ADULTO MAYOR

Claudia Ramírez-Alfonso^{1}, Ivania Rodríguez-Álvarez^{1,2}, Jennifer Rodríguez-Delgado³,
Margarita Núñez de Villavicencio-Ferrer¹ y Ana Silvia Falcó-Manso¹.*

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, La Habana,
CP 19200, Cuba. E-mail: claudia@iia.edu.cu*

²*Dpto. Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.*

³*Empresa Maprinter. Calle 23, #55 entre Infanta y 23, CP 10500, La Habana, Cuba.*

Recibido: 02-06-2025 / Revisado: 25-06-2025 / Aceptado: 01-07-2025 / Publicado: 30-12-2025

RESUMEN

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente en personas de la tercera edad y uno de los factores de riesgo son los bajos ingresos dietéticos de calcio. La guía de fortificación de alimentos de la OMS y FAO describe las sales de calcio adecuadas para su uso, entre ellas está el carbonato de calcio. Por lo que el objetivo de la investigación fue desarrollar una gelatina en polvo fortificada con calcio para el adulto mayor. Para su cumplimiento se determinó la concentración de carbonato de calcio, la caracterización físico-química, microbiológica y sensorial de la gelatina

fortificada y se estimó su costo. Se diseñaron tres tratamientos con tres concentraciones de calcio y se seleccionó la de mejor aceptación sensorial. Se obtuvo una formulación que aporta un contenido de calcio de 200 mg/100g, caracterizada con una humedad de 3,41 %, pH igual a 4,4 y °Brix de 84,7, con adecuadas características microbiológicas que aseguran su calidad sanitaria. Los catadores la describieron como un gel cristalino, de color asociado al sabor que representa y uniforme, sin turbidez ni opacidad, limpio, sin partículas en suspensión, ni sedimentos, con olor y sabor característico al

saborizante empleado, dulzor y acidez equilibradas, sin notas extrañas o calcáreas, textura de un gel bien formado, firme, elástico, aunque prácticamente no ofrece resistencia al morder y se desintegra fácilmente en la boca, sin adhesividad. El producto tiene un costo de 94.99 pesos en moneda nacional.

Palabras clave: gelatina, calcio, adulto mayor

ABSTRACT

Development of a calcium-fortified gelatin powder for the elderly.

Osteoporosis is the most common metabolic bone disease in elderly people and one of the risk factors is low dietary calcium incomes. The WHO/FAO Food Fortification Guide describes the appropriate calcium salts for use, including calcium carbonate. The goal of the research was to develop a calcium-fortified gelatin powder for the elderly. For its compliance, the concentration of calcium carbonate, the physical-chemical, microbiological and sensory characterization of the fortified gelatin was determined and its cost was estimated. Three treatments were designed with three calcium concentrations and the best sensory acceptance was selected. A formulation was obtained that provides a calcium content of 200 mg/100, characterized with a humidity of 3.41%, pH equal to 4.4 and °Brix of 84,7, with adequate microbiological characteristics that ensure its health quality.

The tasters described it as a crystalline gel, of color associated with the flavor it represents and uniform, without turbidity or opacity, clean, without particles in suspension, nor sediments, with smell and flavor characteristic to the flavoring used, balanced sweetness and acidity, without strange or calcareous notes, texture of a well-formed gel, firm, elastic, although it practically does not offer resistance to biting and disintegrates easily in the mouth, without adhesiveness. The product has a cost of 94.99 pesos in national currency.

Keywords: gelatin, calcium, older adult

INTRODUCCIÓN

La gelatina es un ingrediente alimentario proteico sustancialmente puro, obtenido mediante la desnaturización térmica del colágeno, el pilar estructural y la proteína más común en el reino animal. Esta es un polipéptido de alto peso molecular y un importante hidrocoloide, que ha gozado de gran popularidad entre el público general y se utiliza en una amplia gama de productos alimenticios, principalmente debido a sus propiedades gelificantes y espesantes (1).

Las enfermedades músculo-esqueléticas constituyen importantes problemas de salud a nivel mundial. Las mismas aumentarán a medida que envejece la población con un impacto en todas las facetas de la vida de la sociedad y fundamentalmente en los sistemas de salud. Dentro de ellas, la osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente en personas de la tercera edad. Su frecuencia aumenta con la edad y constituye una causa importante de morbilidad en el anciano que conlleva a discapacidad, desfiguración y hospitalizaciones (2).

La osteoporosis produce una disminución marcada de la masa ósea, y con ello, una alteración profunda de la microarquitectura ósea; lo que coloca al anciano en riesgo incrementado de fracturas óseas, discapacidad e invalidez; y agrava la fragilidad del mismo. La mujer sufre con mayor rigor las consecuencias de la osteoporosis. Con la menopausia, la mujer presenta una pérdida acelerada de masa ósea.

Varios son los factores de riesgo para la ocurrencia de la osteoporosis en la tercera edad, entre ellos cabe mencionar la pobre exposición a la luz solar, los bajos ingresos dietéticos de calcio y vitamina D, la presencia de desnutrición, el tabaquismo, y el sedentarismo. La prescripción dietética debe incorporar alimentos que aporten más de la mitad de las necesidades diarias de calcio, como la leche y sus derivados. Muchas veces la prescripción dietética no alcance a cubrir las necesidades diarias de calcio y se utilizan suplementos (3, 4).

Es una opción entonces, una oferta de productos fortificados que pueden consumir los adultos mayores. Los resultados de una reciente encuesta a adultos mayores de La Habana y Artemisa, predijeron la necesidad de desarrollo de más variedad de productos y que tengan en cuenta opciones para desayunos y meriendas. Entre las características más solicitadas se encontraron: buen sabor, precio asequible, que fueran nutritivos o saludables y de fácil elaboración (5).

La guía de fortificación de alimentos de la Organización Mundial de la Salud y FAO (6) describe las sales de calcio adecuadas para su uso en la fortificación de alimentos. Entre las formas biodisponibles recomendadas para la fortificación está el carbonato de calcio y la propia guía aclara que una de sus ventajas es un costo muy bajo y aunque argumenta que en el proceso tecnológico debe tenerse en cuenta la solubilidad. Refiere que hay pocas razones para considerar que la baja solubilidad es una seria limitación para la biodisponibilidad de los compuestos de calcio, sin embargo, considera que agregar sales de calcio a algunos alimentos puede causar cambios indeseables en el color y la textura.

El objetivo de esta investigación consistió en desarrollar una gelatina en polvo fortificada con calcio para el adulto mayor.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se ejecutó en las instalaciones de la Planta Piloto de Vegetales (PPV), perteneciente al Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA).

Para la selección del compuesto de calcio a utilizar en la gelatina se estudiaron las sales de calcio adecuadas para emplear en la fortificación de alimentos. Las formas biodisponibles recomendadas para la fortificación de fórmulas para lactantes y alimentos complementarios son: el carbonato (puede liberar CO₂ en sistemas ácidos), el cloruro, el citrato y el citrato malato, el gluconato, el

glicerofosfato, el lactato, los fosfatos monos, di y tribásicos, el ortofosfato, el hidróxido y el óxido (6).

En este caso se tuvo en cuenta que el costo del carbonato de calcio es muy bajo, criterio válido para la elección, así como su alto contenido de calcio, que constituye alrededor del 40 % (6,7).

Para la elaboración de la gelatina fortificada con calcio se utilizaron las materias primas siguientes, todas de calidad alimentaria:

- Azúcar refino
- Ácido cítrico (E-330) de calidad alimentaria
- Gelatina natural (proveniente de Gelita AG, Alemania)
- Sabor naranja (proveniente de los almacenes del IIIA)
- Color naranja (proveniente de los almacenes del IIIA)
- Carbonato de calcio (proveniente de LABIOFAM)
- Agua potable

Para determinar las concentraciones de calcio en el diseño experimental se tuvo en cuenta:

- Las recomendaciones nutricionales ponderadas de la población cubana mayor de 60 años (8), que establecen un valor de 800 mg de Ca como ingestión adecuada diaria.
- Asumir un 10 % como porcentaje de contribución de una merienda a la dieta del día, equivalente a 80mg.
- Presencia de posible hipoclorhidria en adultos mayor (baja secreción de ácido gástrico), la biodisponibilidad del calcio del carbonato de calcio, fue estimada en 30 % (6, 9).
- Cálculo de calcio elemental necesario, considerando biodisponibilidad:

$$\text{mg calcio elemental} = \frac{80 \text{ mg (calcio absorbible)}}{0.30} = 266.7 \text{ mg}$$

- Cantidad de carbonato de calcio requerido para 100 g de polvo (teniendo en cuenta que el carbonato de calcio tiene un 40 % de pureza):

$$\text{mg CaCO}_3 = \frac{266.7 \text{ mg calcio}}{0.40} = 666.75 \text{ mg} \approx 0.67 \text{ g}$$

Para determinar las cantidades de ácido cítrico a utilizar se tuvo en cuenta que:

-Al variar el CaCO_3 se debe ajustar el ácido cítrico. La reacción entre el carbonato de calcio y el ácido cítrico es un proceso de neutralización ácido-base, con una relación molar CaCO_3 : ácido cítrico de 3:2. Llevando a razón de masa, una proporción de masa de 1:0.77 CaCO_3 : ácido cítrico resulta casi equimolar en equivalentes ácidos y garantiza prácticamente la neutralización completa del carbonato. En la práctica su uso previene que quede carbonato sin reaccionar, evitando sabores alcalinos.

Por tanto, se asumió la razón 1:0.77 (m/m) como el mínimo químico, pero se debe añadir +(0.3-0.7) g extra/100g polvo como buffer sensorial.

$$\text{Ácido cítrico} = 0.67 \text{ g} \times 0.77 = 0.516 \text{ g} \approx 0.52 \text{ g}$$

Considerando los criterios antes establecidos se realizó un diseño completo de un factor: cantidad de carbonato de Calcio/ácido cítrico añadido, con tres niveles como se muestra en la Tabla 1 (para 100g de producto).

Tabla 1. Diseño experimental

Fórmulas	Carbonato de Calcio	Ácido cítrico*	Calcio elemental
1	0.30	0.23	120
2	0.50	0.39	200
3	0.67	0.52	267

* más 0.3g como buffer sensorial

Para establecer el diseño se utilizó el programa Design Expert versión 13.0.5.0

La variable respuesta fundamental fue la evaluación sensorial, la cual se llevó a cabo con 30 consumidores habituales, utilizando la escala hedónica de siete puntos. Las muestras codificadas se sirvieron frías ($12 \pm 3^\circ\text{C}$) en vasos plásticos desechables (30 mL). Como líquido de enjuague se empleó agua potable para evitar los efectos indeseados de sabores residuales entre las muestras evaluadas.

La formulación seleccionada fue caracterizada según los requisitos físico-químicos, microbiológicos y organolépticos establecidos en Cuba para el desarrollo de gelatinas comestibles (10).

Los análisis físico-químicos realizados fueron:

- Determinación de humedad: Termobalanza electrónica Sartorius AG, modelo MA35 (Göttingen, Alemania) a 105°C .
- Determinación de pH: método potenciométrico (11).
- Determinación del contenido de sólidos solubles: Método refractométrico (12).

Se determinaron los indicadores microbiológicos establecidos en las regulaciones sanitarias de contaminantes microbiológicos en alimentos para el grupo 5 – Caldos, sopas, cremas y mezclas deshidratadas (13):

- Determinación de coliformes (14).

- Determinación de microorganismos a 30°C (15).
- Determinación de *Escherichia coli* (16).
- Determinación de *Salmonella* spp. (17).
- Determinación de levadura y hongos filamentosos (HF) (18).

Para la caracterización sensorial se aplicaron los fundamentos del perfil descriptivo cualitativo informado en la NC 6658 (19).

El cálculo de la estimación de los costos se realizó tomando como base de cálculo una tonelada de producto, elaborando así las fichas de costo utilizadas por el Departamento de Economía del IIIA para la escala industrial. Todos estos consumos, fueron definidos según datos administrativos de la Dirección de Vegetales del IIIA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2, exhibe los resultados del análisis de varianza realizado a las puntuaciones hedónicas dadas por los 30 consumidores a las tres fórmulas evaluadas, por lo que se puede afirmar que existe diferencia significativa entre las formulaciones con una probabilidad de error menor de 0.0001.

Tabla 2. Análisis de varianza para el efecto Fórmulas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Fórmula	3	9076,98	3025,66	6102,76	<0.0001
Error	87	43,13	0,50		
Total	90	9120,11			

La prueba de rangos múltiples de Duncan exhibe cual es la diferencia entre las muestras, sus resultados se informan en la Tabla 3. Como se aprecia, las fórmulas 1 y 2, correspondientes a las concentraciones más bajas de carbonato de calcio, no difieren significativamente, y según las categorías de la escala hedónica, ambas muestras gustan mucho. Sin embargo, la fórmula 3 alcanzó la categoría de “ni me gusta ni me disgusta”. Por lo que se decidió entonces, que la fórmula óptima era el

número 2, que obtuvo la calificación de me gusta mucho, igual que la fórmula 1, pero que tiene mayor contenido de calcio, correspondiente a 200mg/100g. La fórmula seleccionada se presenta en la Tabla 4.

Tabla 3. Resultados de la prueba de Duncan (n = 30)

Categoría	Medias (ESC HEDÓNICA)	Grupos
FÓRMULA 2	6,433	A
FÓRMULA 1	6,133	A
FÓRMULA 3	4,300	B

Tabla 4. Formulación de la gelatina fortificada con calcio

Componentes	Cantidad (%)
Azúcar	85.7
Gelatina	12
Carbonato de Calcio	0.5
Ácido Cítrico	0.7
Saborizante	1
Colorante	0.1

La Tabla 5 muestra los resultados de la caracterización físico química de la fórmula seleccionada.

Tabla 5. Características físico – químicas de la gelatina fortificada

Características	Valor
Humedad (%)	3.41 (0.17)
pH (hidratada)	4.4 (0.45)
Sólidos solubles (°Brix)	84.7 (0.89)

Los valores informados corresponden al promedio y entre paréntesis la desviación estándar (n = 3).

La gelatina obtenida se preparó añadiendo 260 g de polvo en 1 L (1000 mL) de agua, dada una densidad estimada de

1.02 g/mL (similar al agua con sólidos disueltos), por lo que una porción sería de 255 g, equivalente a 52.7 g de polvo.

La Tabla 6 presenta la composición nutricional teórica de este producto, tanto para 100 gramos de producto como el cálculo para una porción de 255 g.

Tabla 6. Composición nutricional

Componente	Cantidad (g/100g)	Cantidad en una porción
Proteína	10.8	5.7
Carbohidratos	85.7	45.2
Grasas	0.0	0.0
Valor energético	350 kcal	184 kcal
Calcio	200 mg	105 mg
(Biodisponible)	(60 mg)	(31.6 mg)

Los resultados obtenidos son similares a otras gelatinas comerciales en cuanto a valor energético y proteínas (20).

La Tabla 7, exhibe el resultado de la caracterización microbiológica del producto obtenido, según los análisis realizados en correspondencia con los establecido para este tipo de producto (10, 13). Estos resultados indican que la calidad microbiológica de la gelatina fortificada fue satisfactoria (13).

Tabla 7. Resultado de los análisis microbiológicos

Parámetro (ufc/g)	Determinación
m.o. a 30°C	1,6 x 10
Coliformes	< 10
E. coli en 10	Ausencia
HF	< 10
Levaduras	< 10
Salmonella en 25g	Ausencia

n = 5 (n: número de unidades de muestras a ser examinadas)

Los catadores entrenados describieron a la gelatina de la siguiente forma:

Apariencia: típica de un postre de gelatina, gel cristalino, sin turbidez ni opacidad, con brillo, color anaranjado que se asocia al sabor naranja que representa y uniforme, limpia, sin partículas en suspensión ni sedimentos.

Olor: a naranja, típico al sabor que representa, nota cítrica, sin olores extraños.

Sabor: a naranja, típico al saborizante empleado, dulzor y acidez equilibrados, sin notas extrañas o calcáreas.

Textura: típica de la gelatina, gel bien formado, firme, elástico, aunque prácticamente no ofrece resistencia al morder y se desintegra fácilmente en la boca, sin adhesividad.

El precio de la gelatina en polvo fortificada con calcio es 94,99 cup por kg de producto. No fue posible comparar este resultado con precios similares pues no se encontraron reportes de este producto en este tipo de moneda.

CONCLUSIONES

1. La formulación óptima para elaborar la gelatina en polvo fortificada con calcio por cada 100 g de producto fue: 0,5 g de carbonato de calcio y 0,39 g de ácido cítrico.
2. La gelatina fortificada con calcio presentó 3,41 % de humedad, contenido de sólidos solubles de 84,7 °Brix y un pH de 4,4.
3. La calidad microbiológica de la gelatina fortificada fue satisfactoria ya que se cumplen los requisitos microbiológicos informados en la NC 585: 2017.
4. La gelatina fue caracterizada sensorialmente como un gel cristalino, con brillo, sin turbidez ni opacidad, color anaranjado que se asocia al sabor que representa, uniforme, limpia, sin partículas en suspensión ni sedimentos, de olor y sabor a naranja, típicos al saborizante empleado, y una textura típica a un gel bien formado, firme, elástico, que no ofrece

- resistencia al morder y se desintegra fácilmente en la boca, sin adhesividad.
5. El precio estimado de la gelatina en polvo fortificada con calcio fue de 94,99 pesos cubanos por kg de producto.
- Esta investigación es un resultado del Proyecto: “Desarrollo de productos alimenticios para el adulto mayor”, perteneciente al programa sectorial de industrialización de alimentos financiado por el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) de Cuba.
- ## REFERENCIAS
1. Alipal J, Mohd NAS, Lee TC, Nayan NHM, Sahari N, Basri H y otros. A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialization. *Materials Today: Proceedings* 2021; 42: 240 – 50. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.922>
 2. Fernández JC. Enfermedades músculo-esqueléticas en los ancianos: una breve revisión. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* 2015; 46(3): 203-21. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181241373001>
 3. Zayas E, Fundora V. Sobre las interrelaciones entre la nutrición y el envejecimiento. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 2017; 27(2): 394 - 429. Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rca/article/view/445/481>
 4. Ortega RM, Jiménez AI, Martínez RM, Cuadrado-Soto E, Aparicio A, López-Sobaler AM. Nutrición en la prevención y el control de la osteoporosis. *Nutrición Hospitalaria* 2020; 37(Extra 2): 63 – 6. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03360>
 5. Rodríguez I, Montalván YN, Carballo I. Necesidad de la industria alimentaria de desarrollar productos para el adulto mayor cubano. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2023; 33 (1): 1 – 5. <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/413>
 6. OMS y FAO. Guía para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Cuba; 2017.
 7. Niu YQ, Liu JH, Aymonier C, Kralj D, Falini G, Fermani, S, Zhou CH. Calcium carbonate: controlled synthesis, Surface functionalization, and nanostructured materials. *Chemistry Society Review* 2022; 51, 7883. <https://doi.org/10.1039/d1cs00519g>
 8. Hernández M, Porrata C, Jiménez S, Rodríguez A, Carrillo O, García A y otros. Recomendaciones nutricionales para la población cubana. MINSAP: Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, La Habana, Cuba; 2008.
 9. Pita ML. Fuentes de calcio, biodisponibilidad y salud ósea: Evidencias e interrogantes. *Actualizaciones en Osteología* 2013; 9(2): 118 – 22. Disponible en: <http://www.osteologia.org.as>
 10. Luna MV, Calderín A, Valdés OM, Vicente S, Fernández R, Tamayo I. y otros. Registro sanitario de alimentos, cosméticos, juguetes y otros productos de interés sanitario: regulaciones e indicadores. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (MINSAP). Cuba; 2017.
 11. NC ISO 1842. Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH. Cuba; 2001.
 12. NC ISO 2173. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Código refractométrico. Cuba; 2001.
 13. NC 585. Contaminantes microbiológicos en alimentos – Requisitos sanitarios. Cuba; 2017.
 14. NC ISO 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — Método horizontal

- para la enumeración de coliformes — Técnica de conteo de colonias. Método de referencia. Cuba; 2010.
15. NC ISO 4833-1 Microbiología de la cadena alimentaria – Método horizontal para la enumeración de microorganismos — Parte 1: Conteo de colonias a 30 °c por la técnica de placa vertida. Cuba; 2014.
16. NC ISO 7251. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — Método horizontal para la detección y enumeración de *Escherichia coli* presuntiva — Técnica de número más probable. Cuba; 2011.
17. NC ISO 6579. Microbiología de la cadena alimentaria — Método horizontal para la detección, enumeración y serotipificación de *Salmonella* — Parte 1: Detección de *Salmonella spp.* (Método de referencia). Cuba; 2019.
18. NC 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — Guía general para la enumeración de levaduras y mohos — Técnica a 25 °C. Cuba; 2016.
19. NC ISO 6658. Análisis sensorial— Metodología — Guía general. Cuba; 2021.
20. PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor). Estudio de calidad: Gelatinas. Revista del Consumidor, diciembre 2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418058/Estudio_de_Calidad_Gelatinas_.pdf