



Desarrollo y evaluación de la estabilidad de un nutraceutico a base de Aloe vera L

Development and evaluation of the stability of a nutraceutical based on Aloe vera L

Yoel López Gamboa ^{1*}, Adriana Alejandra Márquez Ibarra ²

¹ Universidad Metropolitana de Ecuador); yoel111975@gmail.com.

² Universidad de Sonora. Mexico); adriana.marquez@unison.mx.

* Correspondence: yoel111975@gmail.com



RESUMEN

El Aloe vera L., conocido popularmente como sábila, ha sido objeto de interés en el ámbito de la nutrición debido a su amplio espectro de propiedades beneficiosas para la salud humana. Objetivos: Desarrollar un nutraceutico obtenido a partir del gel de Aloe vera L. y evaluar su estabilidad fisicoquímica y microbiológica por 180 días. Métodos: Se realizó un estudio experimental en el laboratorio farmacéutico Lacthina Phrama SA, en Guayaquil, Ecuador. Una vez obtenido el nutraceutico se realizaron estudios de estabilidad fisicoquímica y microbiológica. Los indicadores para evaluar la estabilidad fisicoquímica fueron: cuantificación de aminoácidos, determinación de metales pesados y aflatoxinas totales. La determinación se realizó a 3 lotes del producto, con selección de 3 réplicas de cada lote, por muestreo probabilístico aleatorio simple. Para evaluar la estabilidad microbiológica se evaluó el crecimiento de hongos y bacterias. Resultados: Los estudios de estabilidad mostraron un producto estable desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico por 180 días. Conclusiones: La estabilidad del producto lo convierte en una valiosa fuente de proteínas de origen vegetal, con potencial para su uso en la suplementación para el desarrollo muscular. Independientemente de las propiedades nutricionales demostradas del nutraceutico, es necesario la realización de otras investigaciones que demuestren su seguridad y eficacia clínica

Palabras claves: Aloe vera L; masa muscular; nutraceutico; proteína vegetal; aminoácidos.

ABSTRACT

Aloe vera L., popularly known as aloe, has been the subject of interest in the field of nutrition due to its broad spectrum of beneficial properties for human health. Objectives: To develop a nutraceutical obtained from Aloe vera L. gel and evaluate its physicochemical and microbiological stability for 180 days. Methods: An experimental study was conducted at the pharmaceutical laboratory Lacthina Phrama SA, in Guayaquil, Ecuador. Once the nutraceutical was obtained, physicochemical and microbiological stability studies were conducted. The indicators to evaluate the physicochemical stability were: quantification of amino acids, determination of heavy metals and total aflatoxins. The determination was carried out on 3 batches of the product, with selection of 3 replicas of each batch, by simple random probabilistic sampling. To evaluate the microbiological stability, the growth of fungi and bacteria was evaluated. Results: Stability studies showed a stable product from a physicochemical and microbiological point of view for 180 days. Conclusions: The stability of the product makes it a valuable source of plant-based protein, with potential for use in muscle development supplementation. Regardless of the nutritional properties demonstrated by the nutraceutical, further research is needed to demonstrate its safety and clinical efficacy

Keywords: Aloe vera L; muscle mass; nutraceutical; plant protein; amino acids.

INTRODUCCIÓN

El *Aloe vera L.*, conocido popularmente como sábila, ha sido objeto de interés en el ámbito de la nutrición debido a su amplio espectro de propiedades beneficiosas para la salud humana. Los antecedentes de su uso como nutraceutico se remontan a civilizaciones antiguas como la egipcia y la griega, donde era valorado por sus potenciales efectos curativos. Estudios históricos documentan su aplicación tópica para tratar quemaduras y heridas, así como su ingesta para aliviar problemas digestivos¹⁻³. Esta planta ha sido objeto de numerosas investigaciones científicas que han corroborado sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y cicatrizantes, respaldando así su inclusión en la dieta como un componente funcional^{4,5}.

La riqueza fitoquímica del *Aloe vera L.* es uno de los aspectos que han despertado mayor interés desde el punto de vista nutricional. Se ha identificado la presencia de compuestos bioactivos como polisacáridos, antioxidantes, aminoácidos y vitaminas, que confieren a esta planta sus propiedades terapéuticas⁶. Estos componentes actúan sinérgicamente para modular procesos fisiológicos clave en el organismo humano, tales como la respuesta inmune, la detoxificación celular y la regeneración de tejidos. Asimismo, otros estudios^{7,8} han demostrado el potencial del *Aloe vera L.* para modular la microbiota intestinal, lo que sugiere su posible utilidad en el manejo de trastornos gastrointestinales y en la promoción de la salud digestiva.

El creciente interés en la investigación científica sobre los nutraceuticos ha sido impulsado por la búsqueda de alternativas naturales y seguras para promover la salud y prevenir enfermedades. A medida que avanza el conocimiento en áreas como la nutrición y la biología molecular, se ha profundizado en la comprensión de los mecanismos de acción de diversos compuestos presentes en alimentos y plantas. Este enfoque ha permitido identificar moléculas con potencial terapéutico, como polifenoles, ácidos grasos omega-3, y probióticos, entre otros, que pueden ser utilizados como adyuvantes en el tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares. Los estudios epidemiológicos y clínicos han respaldado la eficacia de muchos de estos nutraceuticos, lo que ha llevado a su integración en estrategias de manejo de la salud pública y en la formulación de suplementos alimenticios⁹⁻¹¹.

Con el avance de la ciencia nutricional y el conocimiento sobre los mecanismos que regulan el crecimiento muscular, se ha ampliado el espectro de nutraceuticos utilizados para este fin. Además de las proteínas, se han identificado otros compuestos con potencial para estimular la hipertrofia muscular y mejorar el rendimiento físico. Entre ellos destacan los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), que se consideran fundamentales para la síntesis de proteínas musculares y la recuperación después del ejercicio¹². Asimismo, algunos estudios han investigado el papel de compuestos como la creatina, la beta-alanina y el HMB (beta-hidroxibeta-metilbutirato) en la mejora del rendimiento deportivo y el aumento de la masa muscular magra^{10,12,13}.

El desarrollo acelerado de nutraceuticos a nivel internacional ha supuesto la disposición de productos más accesibles a la población, entre otras causas, porque su desarrollo y comercialización son muchos más flexibles que otros productos con fines terapéuticos. En la mayoría de los países no existe un marco regulatorio al respecto, lo que puede ocasionar la aparición de efectos adversos o interacciones con otros fármacos provocando daños a la salud. Estados Unidos de América, es el país considerado de los más exigente en el ámbito regulatorio y sólo se limita al registro de los efectos adversos una vez consumido el producto, según consta en la ley de salud, educación y suplemento dietético de 1994¹⁴.

Científicamente, se ha demostrado la efectividad de los nutraceuticos a base de proteínas en la conservación y desarrollo de la masa muscular. Existe evidencia del uso de dichos productos en la prevención y tratamiento de la atrofia muscular, la cual entre su fisiopatología se presenta por un desequilibrio entre el catabolismo excesivo de proteínas y una disminución de su síntesis a nivel muscular, lo que conlleva inexorablemente a la

disminución de la masa muscular y la fuerza, que conduce a la pérdida de independencia y afectación de la calidad de vida¹¹.

El uso del *Aloe vera L.* como nutraceutico ha experimentado un notable incremento en su popularidad en la industria de la salud y los suplementos dietéticos. Estadísticas recientes revelan que el *Aloe vera* ha ganado terreno como un componente clave en la industria de los nutraceuticos, con un crecimiento constante en su demanda. Se estima que alrededor del 15% de los suplementos alimenticios y nutricionales incluyen extractos de *Aloe vera* en su composición. Esta cifra refleja la aceptación y el interés en este componente natural por parte de los consumidores que buscan productos para la salud basados en ingredientes naturales^{5,15,16}.

La masa muscular esquelética se considera que debe ocupar aproximadamente el 45% del peso total de un adulto sano, de la cual se pierde alrededor del 1% cada año, después de los 30 años, de manera que se estima una pérdida del 3 al 8% por década, que se hace más visible después de los 60 años. Dicha pérdida de masa muscular y de fuerza se encuentran implicadas entre las causas de sarcopenia, que puede afectar del 2 al 34% de la población adulta después de los 60 años; aunque este porcentaje puede ser muy variable en dependencia de los mecanismos usados para el diagnóstico según reflejan los estudios epidemiológicos.¹⁷⁻¹⁹

La pérdida de masa muscular en adultos puede llegar a constituir un serio problema de salud, al asociarse con una disminución de la calidad de vida, incremento de la fragilidad, afectación de la independencia que limita sus actividades laborales y sociales. Además de incrementar la probabilidad de aparición de enfermedades tales como Diabetes Tipo 2 (DT2), otras enfermedades metabólicas, diversos tipos de cáncer, etc.^{20,21}.

El principal problema de salud asociado a la pérdida de masa muscular en la etapa adulta de la vida es la sarcopenia, con una prevalencia a nivel mundial del 5 al 13 % de las personas entre los 60 y 70 años, llegando a ser hasta del 50 % a la edad de 80 años. Según estimaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) cerca de 50 millones de personas padecen sarcopenia, con probabilidad de incrementarse dicho padecimiento en 200 millones de personas en los próximos 40 años^{22,23}.

Dentro del tratamiento para contrarrestar el deterioro de la masa muscular se encuentran diferentes alternativas, constituyendo las no farmacológicas las que han demostrado mayor efectividad hasta la fecha, y dentro de éstas el consumo adecuado de proteínas y la actividad física son consideradas las de mayor efectividad comprobada²⁴⁻²⁶. El nutraceutico de *Aloe vera L.*, obtenido en esta investigación pudiera ser a futuro una alternativa para la preservación de la masa muscular por sus aportes de aminoácidos, aunque presenta en su estructura otros componentes (vitaminas, minerales y antioxidantes, etc) que en sinergia podrían favorecer el citado fin⁶.

Por los elementos anteriormente descrito el objetivo de este trabajo fue desarrollar un nutraceutico obtenido a partir del gel de *Aloe vera L.* y evaluar su estabilidad fisicoquímica y microbiológica por 180 días.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio experimental en el laboratorio farmacéutico Lacthina Phrama SA, en Guayaquil, Ecuador. Para la formulación del nutraceutico se usaron las hojas frescas de la planta, *Aloe vera L.*, mismas que fueron recolectadas en la comunidad Sabanilla, cantón Daule, provincia del Guayas en Ecuador. Para la recolección de dichas plantas se tuvieron en cuenta cultivos con más de dos años con el fin de lograr la mayor cantidad posible de metabolitos secundarios y nutrientes, y el día de la recolección se hizo en horario de la mañana. Una vez recolectada la planta, se procedió a la obtención del extracto del gel según el siguiente procedimiento, mismo que se describe en la literatura científica²⁷.

El proceso de obtención y preparación del gel de Aloe vera para el nutraceutico se llevó a cabo con sumo cuidado en varias etapas. Primero, se seleccionaron hojas de *Aloe vera* maduras, de alrededor de 3 años, por su óptimo contenido de gel. Luego, estas hojas se lavaron a fondo para eliminar cualquier impureza superficial. Para mejorar la consistencia del gel, las hojas se refrigeraron durante 7 días. Este proceso de enfriamiento ayuda a solidificar el gel, lo que facilita su manejo y procesamiento. Después de la refrigeración, se retiró cuidadosamente la corteza exterior de las hojas para extraer el gel transparente del interior. Este gel se lavó meticulosamente con agua destilada varias veces para eliminar cualquier residuo de resinas de la corteza, que aportan un sabor amargo indeseable. Posteriormente, el gel purificado se procesó para reducir el tamaño de sus partículas y asegurar una consistencia suave. Esto implicó introducirlo en una mezcladora para descomponer los trozos más grandes. Finalmente, el gel se filtró a través de una gasa para eliminar cualquier fibra o fragmento de corteza restante, lo que resultó en un gel de *Aloe vera* puro y refinado, listo para su posterior procesamiento en un nutraceutico.

Luego de obtenido el citado extracto del gel se procedió a la obtención del extracto seco de *Aloe vera* según se describe en la literatura²⁸ el cual se usó como principio activo en la formulación.

Después de obtenido el extracto seco como fuente de materia prima, se procedió a la caracterización de este, para lo cual se identificaron y cuantificaron los aminoácidos presentes a través de métodos espectrofotométricos²⁹. Con el extracto seco obtenido se procedió a la formulación del nutraceutico en cuestión con presentación en polvo.

Se realizó el estudio de preformulación con todos los componentes de la formulación con la intención de validar que no exista incompatibilidad entre ellos y el envase que fue usado^{30,31}.

Los componentes del nutraceutico fueron los siguientes: Extracto seco de *Aloe vera* L 70%, Almidón de maíz al 19.8%; Estearato de magnesio 0.2% y Eudragil L 30 D-55 dispersión acuosa al 30% (10%).

Se usó como envase frascos de 1kg de cloruro de polivinilo. Al nutraceutico formulado se le realizaron los estudios de estabilidad fisicoquímico y microbiológico para determinar su estabilidad al menos por un período de seis meses^{28,29}.

Los indicadores para evaluar la estabilidad fisicoquímica fueron: cuantificación de aminoácidos, determinación de metales pesados y aflatoxinas totales. La evaluación de los indicadores de estabilidad se realizó a 3 lotes del producto, con selección de 3 réplicas de cada lote, por muestreo probabilístico aleatorio simple. Los ensayos se realizaron el primer día de formulado, a los 30 días, 60 días, a los 120 días y 180 días²⁹.

La estabilidad microbiológica se realizó el primer día de formulado, a los 90 días y 180 días, donde se evaluó el crecimiento de hongos y bacterias. Los datos de cada ensayo se recolectaron en tablas en el programa Excel, mismos que fueron procesados posteriormente a través del programa estadístico SPSS versión 25. Para el análisis de la cuantificación de aminoácidos y consistencia de los datos en el tiempo se utilizó estadística descriptiva (media y , desviación estándar).

Estudio de preformulación del nutraceutico

Este estudio se realizó para valorar la compatibilidad de los componentes de la formulación y garantizar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica en el tiempo. Se realizó entre cada uno de los componentes de la formulación y la sustancia activa, así como con el envase a emplear una vez obtenido el producto^{30,31}.

Métodos para la evaluación de la estabilidad fisicoquímica y microbiológica.

Cuantificación de aminoácidos

La cuantificación de aminoácidos se realizó por el método de Espectrofotometría de absorción atómica. Este método permite la cuantificación de diferentes sustancias, dentro de las cuales se encuentran sustancias orgánicas, metales pesados, entre otras. Se explica detalladamente en el procedimiento normalizado AOAC 2013.06³².

Determinación de metales pesados

En este caso se determinó según establece la norma técnica ecuatoriana: NTE INEN: 2983-2016-08, que hace referencia al método de Espectrofotometría de absorción atómica.³³

Determinación aflatoxinas totales

Se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)³⁴, según norma técnica ecuatoriana: NTE INEN:2983- 2016-08.

Crecimiento de hongos y bacterias.

Se determinó según norma técnica ecuatoriana: NTE INEN: 2983-2016-08²⁸.

RESULTADOS

Estudio de preformulación.

Al realizar el análisis de la compatibilidad entre el *Aloe vera L* y cada uno de los componentes de la formulación no mostró incompatibilidad con ninguno de ellos, como se muestra en la tabla 1. Para evaluar la compatibilidad del *Aloe vera L*, y los demás componentes de la formulación se usó como patrón una solución de *Aloe vera L* con agua destilada arrojando los resultados siguientes:

Aloe vera L-agua (Se usó como patrón): En los tiempos estudiados (t=0 y t=7) y a las temperaturas ambiente y T=40°C, no se observó variación en ninguno de los siguientes parámetros: olor, mantuvo el olor característico herbal del Aloe vera; color, pardo tenue, presencia de brillo y no se observó formación de grumos ni arenosidad. La mezcla permaneció homogénea³⁰.

Mezclas	Tiempo (días) y Temperatura (°C)			
	t=0 ;T. Ambiente	t=0; T=40	t=7; Ambiente	t=7; T=40
<i>Aloe vera</i> + Almidón de maíz	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: sustancia opaca sin brillo notable. Textura: algo arenosa debido a las partículas	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: sustancia opaca sin brillo notable. Textura: algo arenosa debido a las partículas	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: sustancia opaca sin brillo notable. Textura: algo arenosa debido a las partículas finas del almidón de maíz	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: sustancia opaca sin brillo notable. Textura: algo arenosa debido a las partículas finas del almidón de maíz

	finas del almidón de maíz	finas del almidón de maíz		
Aloe vera + Estearato de Magnesio	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: ligeramente brillante debido a la naturaleza lubricante del estearato de magnesio Textura: suave y no arenosa	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: ligeramente brillante debido a la naturaleza lubricante del estearato de magnesio Textura: suave y no arenosa	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: ligeramente brillante debido a la naturaleza lubricante del estearato de magnesio Textura: suave y no arenosa	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: ligeramente brillante debido a la naturaleza lubricante del estearato de magnesio Textura: suave y no arenosa
Aloe vera + Eudragit L 30 D-55	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: brillante debido a la dispersión de Eudragit. Textura: suave y no arenosa.	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: más brillante debido a la cohesión del Eudragit. Textura: suave y no arenosa.	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: brillante debido a la dispersión de Eudragit. Textura: suave y no arenosa.	Color: beige o marrón claro Olor: característico herbal Brillo: más brillante debido a la cohesión del Eudragit. Textura: suave y no arenosa.

Tabla 1. Resultados de la compatibilidad entre los componentes del nutraceutico

Estabilidad fisicoquímica.

La tabla 2 muestra los resultados de los estudios de estabilidad fisicoquímica en los tiempos estudiados a los 3 lotes elaborados del nutraceutico. Los resultados mostrados son la expresión de la media de las 3 réplicas realizadas para cada ensayo en cada tiempo.

Tiempo (Días)	Lote 3001			Lote 3002			Lote 3003		
	a. a (%)	m.p (mg)	Aflatoxina (ng/g)	a. a	m.p	Aflatoxina (ng/g)	a. a	m.p	Aflatoxina
t=0	13.9	s/p	s/p	13.7	s/p	s/p	14.0	s/p	s/p
t=30	13.9	s/p	s/p	13.8	s/p	s/p	13.9	s/p	s/p
t=60	13.8	s/p	s/p	13.8	s/p	s/p	13.9	s/p	s/p
t=120	13.9	s/p	s/p	13.9	s/p	s/p	13.8	s/p	s/p
t=180	13.8	s/p	s/p	13.9	s/p	s/p	13.8	s/p	s/p
Media	13.86	-	-	13.83	-	-	13.88	-	-
D.E	0.57	-	-	0.57	-	-	0.57	-	-

*aa. Aminoácidos, mp. Metales pesados (arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo) , sp. Sin presencia. DE. Desviación estándar

Tabla 2. Resultados de los ensayos para evaluar la estabilidad fisicoquímica del nutraceutico.

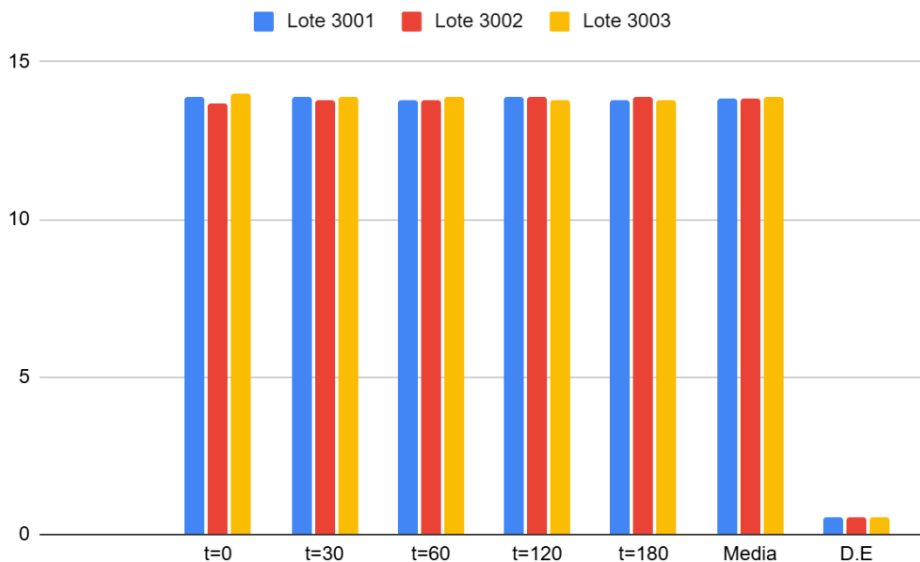


Figura 1. Estabilidad de aminoácidos (%) en tres lotes de nutracéutico de Aloe vera L. durante 180 días. Los valores representan la media de tres réplicas por lote. D.E. indica la desviación estándar.

La Figura 1 muestra la estabilidad de los aminoácidos en el nutracéutico de *Aloe vera L.* a lo largo de 180 días. Se observa que los tres lotes (3001, 3002 y 3003) mantienen una concentración de aminoácidos relativamente constante en el tiempo, con valores cercanos al 14%. Esto indica una buena estabilidad fisicoquímica del producto, ya que el contenido de aminoácidos, un componente crucial para la ganancia de masa muscular, no se degrada significativamente durante el periodo de estudio.

La ligera variación entre los lotes y a lo largo del tiempo se encuentra dentro del rango esperado y se refleja en la baja desviación estándar (D.E.). Estos resultados sugieren que el nutracéutico tiene potencial como complemento nutricional para la ganancia de masa muscular, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar su eficacia clínica.

Estabilidad microbiológica.

La tabla 3 y la figura 2 expresan los resultados del estudio microbiológico de los 3 lotes analizados. Para ello se evaluaron la presencia de los siguientes microorganismos: aerobios totales, mohos y levaduras, *Enterobacterias*, *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus*.

Tiempo (Días)	Lote 3001						Lote 3002						Lote 3003					
	1 (UFC/g)	2 (UFC/g)	3 (UFC/g)	4 ND	5 ND	6 ND	1 (UFC/g)	2(UFC/g)	3(UFC/g)	4 ND	5 ND	6 ND	1 (UFC/g)	2 (UFC/g)	3 (UFC/g)	4 ND	5 ND	6 ND
t=0	1x10 ¹	1x10 ²	ND	ND	ND	ND	1x10 ²	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND	1x10 ¹	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND
t=90	1x10 ¹	1x10 ²	ND	ND	ND	ND	1x10 ²	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND	1x10 ²	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND
t=180	1x10 ¹	1x10 ²	ND	ND	ND	ND	1x10 ²	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND	1x10 ²	1x10 ¹	ND	ND	ND	ND

1 aerobios totales, 2 Mohos y levaduras, 3 Enterobacterias, 4 Salmonella spp, 5 Escherichia coli, 6 Staphylococcus aureus. UFC/g. unidades formadoras de colonia por gramo, ND. No detectable

Tabla 3. Resultados de los ensayos para evaluar la estabilidad microbiológica del Nutracéutico.

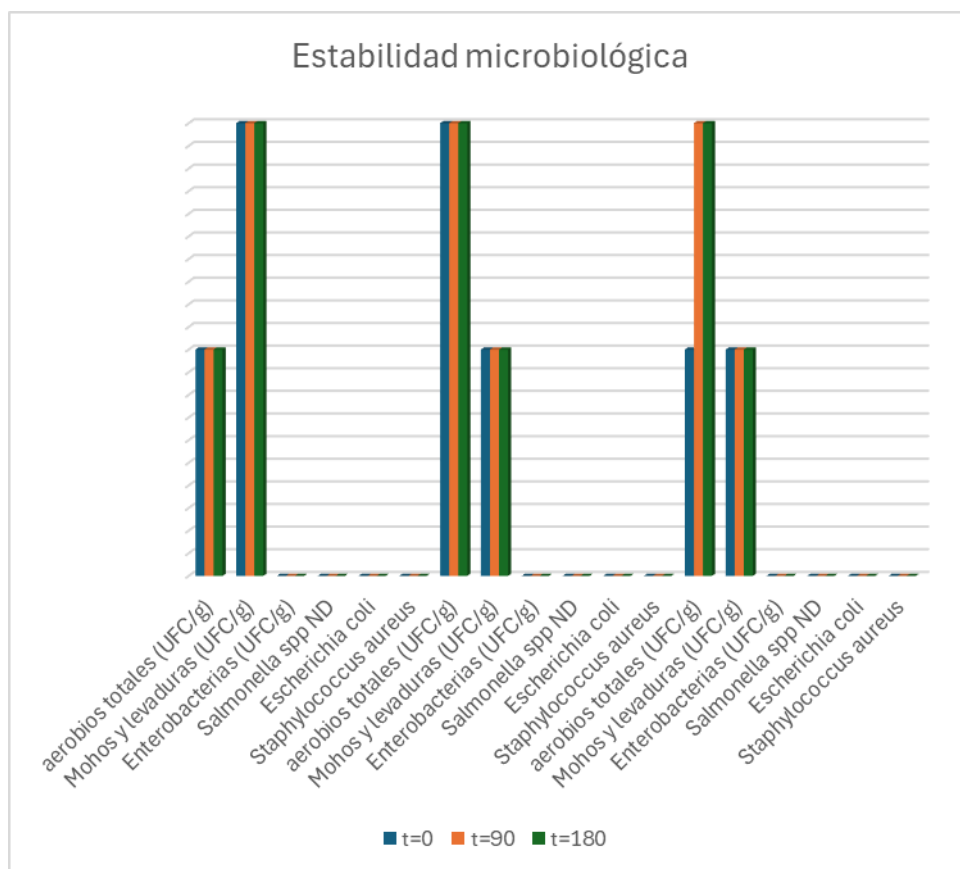


Figura 2. Estabilidad microbiológica de los lotes 3001, 3002 y 3003 a tiempo 0, 90 y 180 días

La figura 2 muestra la estabilidad microbiológica de los 3 lotes analizados del nutraceutico en los tiempos estudiados, evidenciado el no crecimiento de microorganismos patógenos durante los 6 meses analizados y el crecimiento de microorganismos aerobios y mohos y levaduras dentro de los límites permisibles para este tipo de producto.

DISCUSIÓN

El estudio de preformulación no mostró incompatibilidades entre la sustancia activa y los excipientes. Este resultado indica que el principio activo y los excipientes seleccionados son compatibles desde el punto de vista físico y químico, lo cual fue esencial para garantizar la estabilidad y posible eficacia del nutraceutico. La ausencia de incompatibilidades sugiere que los ingredientes no interactúan de manera perjudicial, evitando posibles cambios indeseados en la estructura molecular o propiedades físicas durante el proceso de formulación y almacenamiento. Este hallazgo reduce significativamente los riesgos asociados con la degradación del nutraceutico, asegurando la integridad del producto final³⁰.

Estabilidad fisicoquímica.

Como muestra la tabla 2 y la figura 1, los 3 lotes analizados del nutraceutico de *Aloe vera L.* formulado mostraron una concentración de aminoácidos totales estable durante los 6 meses que se realizó el estudio, con un valor promedio de 13.86, 13.83 y 13.88 respectivamente con una desviación estándar de 0.57 para los 3 lotes. El bajo valor de la desviación estándar expresa la homogeneidad de los resultados obtenidos en función con la estabilidad en el tiempo. La concentración de aminoácidos totales en los 3 lotes obtenidos muestra un

buen rendimiento, lo que puede estar determinado por las características del suelo y el clima del sitio de cultivo. En la comunidad Sabanilla del cantón Daule, donde se recolectó el *Aloe vera L.* usado como sustancia activa, el clima es seco y el suelo es arenoso que favorece el drenaje, y evita la acumulación de agua en las raíces de la planta, condiciones que se conocen influyen en su cultivo y desarrollo ²⁷.

No se encontró referencia sobre la cuantificación de aminoácidos totales en *Aloe vera L.*, aunque en un estudio publicado en México en el año 2019 ³⁶, se determinó la concentración de proteínas en gel de la citada planta, misma que se encontraban en 2.6%. Aun cuando no es un patrón específico de comparación, se debe destacar que probablemente en la presente investigación los valores relativamente elevados de aminoácidos se deban a las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la planta.

Existen proteínas de origen vegetal consideradas como fuentes importantes de este macronutriente por su elevado contenido en aminoácidos, tal es el caso de la quinoa que según refiere la literatura científica sus aportes en aminoácidos son superiores a otras especies vegetales como la soja, la cebada y el trigo. Según Angeli et al. ³⁷ la composición de aminoácidos de la quinoa oscila entre 11 y 19 %, y contiene los 9 aminoácidos esenciales que se necesitan para síntesis de proteínas en el organismo humano. Como se puede apreciar las cantidades de aminoácidos presentes en la quinoa, son similares a las obtenidas en el nutracéutico de *Aloe vera L* formulado.

El amaranto también es considerado en la actualidad como una fuente de proteína vegetal significativa. Según una publicación realizada por Hernández-Rodríguez ³⁸ sobre el uso del amaranto y su utilidad en pacientes con diabetes, la composición de aminoácidos de esta planta es de 15.54%, constituyendo uno de las fuentes vegetales con mayor composición proteica al compararla con otras como el arroz que tiene 7.60%, el maíz 7.68%, el trigo 13% y el frijol 21.48%. Como se puede apreciar la concentración de aminoácidos en el nutracéutico que se analiza es de 13.86%, estando incluso por encima de otras fuentes tradicionales de alimentación, como el maíz y el arroz.

El trigo es uno de los cereales mayormente utilizado como fuente de proteínas vegetales, es una planta que se usa en forma de harina fundamentalmente por su elevada capacidad reológica que permite moldearse a diferentes formas, por lo que se usa para la preparación de una variada cantidad de alimentos. Una investigación realizada por Takac et al ³⁹ con el objetivo de comparar la calidad en el procesamiento de diferentes variedades de trigo identificaron que las concentraciones de proteínas en las especies estudiadas se encontraba entre 12.9% y 15.2%. Las concentraciones de proteínas identificadas en el trigo estudiado guardan similitud con la concentraciones de aminoácidos encontrados en el nutracéutico de *Aloe vera L.* obtenido en la presente investigación, lo que sugiere que pudiera ser una fuente de proteínas vegetales adecuadas para la preservación o desarrollo de la masa muscular.

Un metaanálisis publicado en 2021 en la revista *Nutrients* comparó los efectos de las proteínas animales y vegetales en la masa muscular y la fuerza. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre ambas fuentes de proteínas para el desarrollo de masa magra y fuerza muscular cuando se igualaba el contenido total de proteínas y aminoácidos esenciales ²⁶. Los resultados referenciales del citado estudio son alentadores si consideramos que el *Aloe vera L.* es una planta que estaría aportando cantidades significativas de aminoácidos y podría contribuir al equilibrio proteico de los posibles consumidores del producto que se estudia.

Las proteínas vegetales no solo contribuyen al desarrollo muscular, sino que también ofrecen beneficios adicionales para la salud. Las dietas ricas en proteínas vegetales se asocian con un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y una mejor composición corporal ⁴⁰. Contrario a la creencia popular, muchas fuentes de proteínas vegetales ofrecen un perfil completo de aminoácidos esenciales. La evidencia científica

señala que un consumo combinando de diferentes fuentes vegetales o consumiendo proteínas de soja, quinoa o amaranto, se puede obtener un perfil de aminoácidos comparable al de las proteínas animales⁴¹. La biodisponibilidad de las proteínas vegetales presenta diferencias en comparación con las proteínas animales, principalmente debido a factores estructurales y composicionales que afectan su digestibilidad y absorción en el tracto gastrointestinal, donde las proteínas vegetales suelen contener factores antinutricionales como inhibidores de proteasas, taninos, fitatos y lectinas que pueden interferir con la digestión y absorción de aminoácidos, además de presentar una estructura más compacta y resistente a las enzimas digestivas^{40,41}. No obstante a la explicación anterior se conoce que las proteínas vegetales aisladas pudieran mejorar considerablemente la biodisponibilidad de los aminoácidos a valores similares a los de las proteínas de fuente animal⁴². Aunque no se encontraron reportes de biodisponibilidad de nutraceuticos con proteínas vegetales se conoce la composición química del *Aloe vera L.* misma que no contiene los antinutrientes convencionales de manera significativa que pudiera impedir la absorción de los aminoácidos⁶.

Referente a las determinaciones de metales pesados, como se aprecia en la tabla 2 no se identificaron los metales objeto de análisis: arsénico, plomo, mercurio, cadmio y cromo. La ausencia de metales pesados indica que el *Aloe Vera* utilizado en la formulación es de buena calidad y ha sido cultivado en condiciones que minimizan la absorción de metales tóxicos del suelo, y que no ha sido contaminado durante el proceso de elaboración. La ausencia de estos metales sugiere que el nutraceutico cumple con los estándares regulatorios.

28

La presencia de metales pesados en el organismo humano puede desencadenar una serie de efectos adversos para la salud. En primer lugar, el plomo, por ejemplo, es conocido por su toxicidad, afectando principalmente al sistema nervioso, especialmente en niños y fetos en desarrollo. La exposición prolongada al plomo puede causar daño cerebral, trastornos del desarrollo, alteraciones en el comportamiento y disminución del coeficiente intelectual. Asimismo, el cadmio, otro metal pesado común, se ha relacionado con problemas renales, daño pulmonar, así como aumento del riesgo de cáncer en órganos como los pulmones y la próstata⁴³.

Por otro lado, el mercurio, en sus formas orgánicas como el metilmercurio, puede impactar severamente el sistema nervioso central y el desarrollo neurológico, provocando trastornos cognitivos y del habla, así como problemas motores en casos graves de intoxicación. Además, el arsénico, encontrado en el agua potable en algunas regiones, está asociado con problemas de piel, trastornos cardiovasculares y diversos tipos de cáncer, incluyendo el cáncer de piel, pulmón y vejiga. En esencia, la presencia de metales pesados en el organismo puede causar una gama diversa de efectos adversos, desde daños neurológicos y renales hasta enfermedades cardiovasculares y riesgo de cáncer, resaltando la importancia de controlar su presencia en productos de consumo humano como los nutraceuticos para proteger la salud pública⁴³.

Como se aprecia en la tabla 2, en ninguno de los lotes estudiados se identificaron Aflatoxina, por lo que el nutraceutico se encuentra libre de estas sustancias conocidas por su elevada toxicidad en el organismo. Las aflatoxinas, pueden desencadenar una serie de efectos adversos y específicos en la salud humana. En primer lugar, su ingesta puede causar daño hepático significativo. La aflatoxina B1, una de las más prevalentes y tóxicas, se metaboliza en el hígado, donde se convierte en metabolitos reactivos capaces de unirse al ADN, lo que puede dar lugar a mutaciones y carcinogénesis hepática. Esta acción carcinogénica puede conducir al desarrollo de hepatocarcinoma, una forma de cáncer de hígado, que representa una seria amenaza para la salud, especialmente en regiones con alta exposición a estas toxinas³⁴.

Además del impacto en la función hepática, las aflatoxinas también pueden comprometer el sistema inmunológico. Estas toxinas pueden suprimir la actividad de células inmunitarias, como los linfocitos T y las

células natural killer, lo que aumenta la susceptibilidad a infecciones y reduce la capacidad del cuerpo para combatir enfermedades. Este efecto inmunosupresor puede ser especialmente preocupante en poblaciones vulnerables, como niños pequeños o personas con sistemas inmunológicos debilitados. Las aflatoxinas, por su capacidad de dañar el hígado y suprimir el sistema inmunológico, representan un riesgo significativo para la salud humana y subrayan la importancia de su detección y control en productos consumibles como los nutracéuticos para prevenir posibles riesgos para la salud ⁴⁴.

Estabilidad microbiológica.

Para evaluar la estabilidad microbiológica se determinó la presencia de los siguientes microorganismos: aerobios totales, mohos y levaduras, Enterobacterias, *Salmonella spp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, tal como exige la regulación ecuatoriana ²⁸ para la elaboración de productos derivados de plantas. Como se ilustra en la tabla 3 y en la figura 2, no se detectaron Enterobacterias, *Salmonella spp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, mientras que los microorganismos aerobios (límite máximo permitido 1×10^4 UFC/g), mohos y levaduras (límite máximo permitido 1×10^3 UFC/g) se detectaron dentro de los límites permisibles en todos los tiempos estudiados. Los resultados evidencian que el producto formulado es estable desde el punto de vista microbiológico al menos por 180 días.

CONCLUSIONES

Se formuló exitosamente un nutracéutico a partir del gel de *Aloe vera L.* con potencial para ser utilizado como complemento nutricional para la ganancia de masa muscular. El nutracéutico demostró ser estable desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico durante 180 días, manteniendo una concentración constante de aminoácidos de ($13.86\% \pm 0.57$), comparable con otras fuentes proteicas vegetales tradicionales como la quinoa (11-19%) y el trigo (12.9-15.2%) y sin presencia de metales pesados ni aflatoxinas. Aun cuando los resultados son prometedores para el uso del nutracéutico como suplemento proteico de origen vegetal, se necesitan futuras investigaciones, incluyendo ensayos clínicos, para demostrar la eficacia del nutracéutico en la ganancia de masa muscular y determinar su dosis óptima y seguridad a largo plazo.

Author Contributions: Yoel López Gamboa: Realización de la investigación, redacción del manuscrito.

Adriana Alejandra Márquez Ibarra: Supervisión del proyecto, revisión y edición del manuscrito.

Funding: Esta investigación no recibió financiamiento externo

Institutional Review Board Statement: No aplicable

Informed Consent Statement: No aplicable.

Data Availability Statement: No se usaron datos públicos.

Conflicts of Interest: Los autores declaran no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Heś M, Dziejic K, Górecka D, Jędrusek-Golińska A, Gujska E. Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants - A Review. *Plant Foods Hum Nutr.* septiembre de 2019;74(3):255-65.
2. Deora N, Sunitha MM, Satyavani M, Harishankar N, Vijayalakshmi MA, Venkataraman K, et al. Alleviation of diabetes mellitus through the restoration of β -cell function and lipid metabolism by Aloe

- vera (L.) Burm. f. extract in obesogenic WNIN/GR-Ob rats. *J Ethnopharmacol.* 23 de mayo de 2021;272:113921.
3. Liu C, Cui Y, Pi F, Cheng Y, Guo Y, Qian H. Extraction, Purification, Structural Characteristics, Biological Activities and Pharmacological Applications of Acemannan, a Polysaccharide from Aloe vera: A Review. *Molecules.* 19 de abril de 2019;24(8):1554.
 4. Wang T, Liao J, Zheng L, Zhou Y, Jin Q, Wu Y. Aloe vera for prevention of radiation-induced dermatitis: A systematic review and cumulative analysis of randomized controlled trials. *Front Pharmacol.* 2022;13:976698.
 5. Khan RU, Naz S, De Marzo D, Dimuccio MM, Bozzo G, Tufarelli V, et al. Aloe vera: A Sustainable Green Alternative to Exclude Antibiotics in Modern Poultry Production. *Antibiotics (Basel).* 27 de diciembre de 2022;12(1):44.
 6. Domínguez-Fernández RN, Arzate-Vázquez I, Chanona-Pérez JJ, Welte-Chanes JS, Alvarado-González JS, Calderón-Domínguez G, et al. El gel de aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química [Internet].* 2012 [citado 10 de marzo de 2022];11(1):23-43. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62024415003>
 7. Gao Y, Kuok KI, Jin Y, Wang R. Biomedical applications of Aloe vera. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019;59(sup1):S244-56.
 8. Rezazadeh-Bari M, Najafi-Darmian Y, Alizadeh M, Amiri S. Numerical optimization of probiotic Ayran production based on whey containing transglutaminase and Aloe vera gel. *J Food Sci Technol.* julio de 2019;56(7):3502-12.
 9. Abarca Melendez RC. Uso de plantas medicinales y alimentos funcionales - nutraceuticos para la prevención y/o complemento del tratamiento del Covid-19 de acuerdo con la información en medios digitales, de mayo a diciembre del 2020. 2022 [citado 26 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6339>
 10. Villarreal DA. El papel de la nutrigenómica y los nutraceuticos en la prevención de las enfermedades cardiovasculares; revisión de la literatura. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular [Internet].* 17 de septiembre de 2019 [citado 7 de octubre de 2023];25(3):312-39. Disponible en: <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/873>
 11. Wang Y, Liu Q, Quan H, Kang SG, Huang K, Tong T. Nutraceuticals in the Prevention and Treatment of the Muscle Atrophy. *Nutrients [Internet].* junio de 2021 [citado 17 de diciembre de 2022];13(6):1914. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/6/1914>
 12. García WS, Vargas PC. Efecto de intervenciones con ejercicio o suplementación sobre la masa muscular de personas mayores con sarcopenia. Un meta-análisis. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud [Internet].* 20 de febrero de 2019 [citado 30 de septiembre de 2023];17(1):e34449-e34449. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pem/article/view/34449>

13. Huerta Ojeda Á, Domínguez de Hanna A, Barahona-Fuentes G, Huerta Ojeda Á, Domínguez de Hanna A, Barahona-Fuentes G. Efecto de la suplementación de L-arginina y L-citrulina sobre el rendimiento físico: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 23 de abril de 2021];36(6):1389-402. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112019000600024&lng=es&nrm=iso&tlng=es
14. Ronis MJJ, Pedersen KB, Watt J. Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* [Internet]. 2018 [citado 17 de diciembre de 2022];58(1):583-601. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844>
15. Shakib Z, Shahraki N, Razavi BM, Hosseinzadeh H. Aloe vera as an herbal medicine in the treatment of metabolic syndrome: A review. *Phytother Res.* octubre de 2019;33(10):2649-60.
16. Sánchez M, González-Burgos E, Iglesias I, Gómez-Serranillos MP. Pharmacological Update Properties of Aloe Vera and its Major Active Constituents. *Molecules* [Internet]. enero de 2020 [citado 23 de diciembre de 2022];25(6):1324. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/6/1324>
17. Sánchez-Castellano C, Martín-Aragón S, Vaquero-Pinto N, Bermejo-Bescós P, Merello de Miguel A, Cruz-Jentoft AJ. [Prevalence of sarcopenia and characteristics of sarcopenic subjects in patients over 80 years with hip fracture]. *Nutr Hosp.* 26 de agosto de 2019;36(4):813-8.
18. Moreira VG, Perez M, Lourenço RA. Prevalence of sarcopenia and its associated factors: the impact of muscle mass, gait speed, and handgrip strength reference values on reported frequencies. *Clinics (Sao Paulo)*. 8 de abril de 2019;74:e477.
19. González-Arnáiz E, Ballesteros-Pomar MD, Pintor-de la Maza B, González-Roza L, Ramos-Bachiller B, Ariadel-Cobo D, et al. Valoración de la baja masa y fuerza muscular en una población de control. *Nutrición Hospitalaria* [Internet]. febrero de 2023 [citado 30 de septiembre de 2023];40(1):67-77. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112023000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
20. Reina ORC, Rueda GDB, Guachamín PEY, Llumiquinga KAV, Cubi PAA, Sanango GML, et al. Sarcopenia: aspectos clínico-terapéuticos. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* [Internet]. 2019 [citado 30 de enero de 2022];38(1):72. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/559/55959379015/>
21. Lic. Real C, Dra. Peralta L, Lic. Real C, Dra. Peralta L. Todos los caminos conducen a la pérdida de masa muscular: desnutrición, fragilidad, sarcopenia y caquexia. *Diaeta* [Internet]. mayo de 2021 [citado 15 de junio de 2022];39(174):45-58. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1852-73372021000100045&lng=es&nrm=iso&tlng=es
22. Cortés WAG, Fernández FEM, Sanmiguel LCO. Sarcopenia, una patología nueva que impacta a la vejez. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo* [Internet]. 18 de marzo de 2018 [citado 16 de marzo de 2021];5(1):28-36. Disponible en: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/339>

23. Sánchez Martínez JA. Revisión teórica del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo y su efecto sobre la fuerza y la masa muscular en adultos mayores. 2022 [citado 30 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4891>
24. Moreno Peña U, Martínez Manrique CE, Couso-Seoane C, Román Montoya A de la C, Moreno Peña U, Martínez Manrique CE, et al. Tratamiento no farmacológico y su acción sobre la musculatura esquelética en ancianos con sarcopenia. MEDISAN [Internet]. abril de 2022 [citado 8 de septiembre de 2023];26(2):403-17. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30192022000200403&lng=es&nrm=iso&tlng=es
25. van den Akker CHP, Saenz de Pipaon M, van Goudoever JB. Proteínas y aminoácidos. 29 de septiembre de 2022 [citado 7 de mayo de 2023]; Disponible en: <https://karger.com/books/book/3319/chapter/11742727/Proteinas-y-aminoacidos>
26. Lim MT, Pan BJ, Toh DWK, Sutanto CN, Kim JE. Animal Protein versus Plant Protein in Supporting Lean Mass and Muscle Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Nutrients [Internet]. 18 de febrero de 2021 [citado 29 de diciembre de 2022];13(2):661. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/2/661>
27. López-Gamboa Y, Arteaga-Yáñez YL, Ortega-Guevara NM. Formulación de un gel dentífrico de Aloe Vera L. con propiedades medicinales. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas [Internet]. 9 de enero de 2023 [citado 6 de marzo de 2024];6(1):32-40. Disponible en: <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/596>
28. nte_inen_2983.pdf [Internet]. [citado 17 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2983.pdf
29. The United States Pharmacopeia, 30th revisión. 30.^a ed. EE.UU: Rockeville; 2006.
30. Chambi Gutierrez B. Estudios de preformulación para el desarrollo de un comprimido. Caso de estudio [Internet] [Thesis]. 2020 [citado 29 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25639>
31. Guerrero Medina Y. Reformulación de un ingrediente farmacéutico activo herbario (IFAH) gastrorresistente a partir de Portulaca oleracea L. con vistas a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas seguras y eficaces [Internet] [Thesis]. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Química Farmacia. Departamento de Farmacia; 2018 [citado 29 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/xmlui/handle/123456789/10409>
32. Julshamn K, Maage A, Norli HS, Grobecker KH, Jorhem L, Fecher P, et al. Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods by pressure digestion and inductively coupled plasma/ mass spectrometry: first action 2013.06. J AOAC Int. octubre de 2013;96(5):1101-2.
33. Julshamn K, Maage A, Norli HS, Grobecker KH, Jorhem L, Fecher P, et al. Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods by pressure digestion and inductively coupled plasma/ mass spectrometry: first action 2013.06. J AOAC Int. octubre de 2013;96(5):1101-2.

34. Sandoval Cañas GJ. Determinación de aflatoxinas totales, por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), en matriz de cereales: maíz y cebada. junio de 2013 [citado 24 de agosto de 2021]; Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2159>
35. ALBERTO MV, YOLANDA LG MARIA, LUIS JA. Aloe vera. Sábila. Cultivo y utilización. Ediciones Mundi-Prensa; 2012. 132 p.
36. Pinela J, Añibarro-Ortega M, Barros L, Silva SP, Coelho E, Coimbra MA, et al. Aspectos químicos y nutricionales del filete de Aloe vera. XXV Encontro Galego-Portugues de Química [Internet]. 2019 [citado 30 de enero de 2022]; Disponible en: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/24112>
37. Angeli V, Miguel Silva P, Crispim Massuela D, Khan MW, Hamar A, Khajehei F, et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods* [Internet]. febrero de 2020 [citado 25 de septiembre de 2024];9(2):216. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/2/216>
38. Hernández-Rodríguez J. Uso del amaranto y su utilidad en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río* [Internet]. octubre de 2023 [citado 25 de septiembre de 2024];27(5). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-31942023000600029&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
39. Takač V, Tóth V, Rakszegi M, Mikić S, Mirosavljević M, Kondić-Špika A. Differences in Processing Quality Traits, Protein Content and Composition between Spelt and Bread Wheat Genotypes Grown under Conventional and Organic Production. *Foods* [Internet]. enero de 2021 [citado 26 de septiembre de 2024];10(1):156. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/1/156>
40. Huang RY, Yang KC, Chang HH, Lee LT, Lu CW, Huang KC. The Association between Total Protein and Vegetable Protein Intake and Low Muscle Mass among the Community-Dwelling Elderly Population in Northern Taiwan. *Nutrients* [Internet]. 1 de junio de 2016 [citado 15 de enero de 2022];8(6):373. Disponible en: <https://www.doaj.org/article/0097f86795204404b08cec41d0f5c569>
41. Mariotti F, Gardner CD. Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets—A Review. *Nutrients* [Internet]. noviembre de 2019 [citado 25 de septiembre de 2024];11(11):2661. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/11/2661>
42. Vázquez-Frias R, Icaza-Chávez ME, Ruiz-Castillo MA, Amieva-Balmori M, Argüello-Arévalo GA, Carmona-Sánchez RI, et al. Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soya. *Revista de Gastroenterología de México* [Internet]. octubre de 2020 [citado 18 de noviembre de 2024];85(4):461-71. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0375090620300938>
43. Romero González BN. Contaminación de metales pesados en alimentos en Ecuador: Meta-Análisis. abril de 2020 [citado 28 de diciembre de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48744>
44. Velarde Escobar K, Ramón P, Román Cárdenas F, Díaz Monroy BL, Velarde Escobar K, Ramón P, et al. Detección de micotoxinas (aflatoxinas) en alimentos primarios y procesados para humanos y animales de

granja, en Riobamba-Ecuador. Siembra [Internet]. junio de 2023 [citado 28 de diciembre de 2023];10(1). Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2477-88502023000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Received: September 15, 2024 / **Accepted:** November 30, 2024 / **Published:** December 15, 2024

Citation: López Gamboa Y, Márquez Ibarra A A. Desarrollo y evaluación de la estabilidad de un nutraceutico a base de *Aloe vera L.* Bionatura Journal 2024; 1 (4) 4. <http://dx.doi.org/10.70099/BJ/2024.01.04.4>

Additional information Correspondence should be addressed to voel111975@gmail.com

Peer review information. Bionatura thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

ISSN.3020-7886

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura Journal stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2024 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).