Publicación Científica de la Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila
REVISTA MÉDICA ELECTRÓNICA DE CIEGO DE ÁVILA
Editorial Ciencias Médicas
2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Artículo original

Efectos de las formulaciones en las propiedades de las soluciones orales hipoglucemiantes de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.*

Effects of formulations on the properties of hypoglycemic oral solutions of Cinnamomum verum J. and Mangifera indica L.

Efeitos das formulações sobre as propriedades de soluções orais hipoglicemiantes de *Cinnamomum verum J.* e *Mangifera indicaL.*

Débora Rebeca Hernández-Flores[1*] https://orcid.org/0009-0001-0080-2308
Harrison Edward Palma-López[2] https://orcid.org/0009-0001-8776-6601
Emilia Sarai Velásquez-Castro[2] https://orcid.org/0009-0003-4215-6660

[1]Máster en Gestión y Docencia Universitaria. Licenciada en Química y Farmacia. Docente de investigación. Universidad Central de Nicaragua; Facultad de Ciencias Médicas. Managua, Nicaragua.
[2]Licenciado en Farmacia. Universidad Central de Nicaragua; Facultad de Ciencias Médicas. Sede Jinotepe, Carazo. Managua, Nicaragua.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: debora.hernandez@ucn.edu.ni

RESUMEN

Introducción: el uso científico de las plantas medicinales es clave para transformar el conocimiento tradicional en alternativas fitoterapéuticas fundamentadas. La canela y el mango se usan para controlar la glucemia, casi siempre en preparaciones empíricas derivadas de tradiciones comunitarias, sin rigor farmacotécnico en su estandarización.

Objetivo: evaluar la influencia de las variaciones en las formulaciones sobre las propiedades fitoquímicas de las soluciones orales hipoglucemiantes de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.*

Métodos: investigación experimental, en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, entre enero y febrero de 2026. Se evaluaron el pH, las densidades, y características

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

organolépticas de las soluciones. Se identificaron metabolitos activos mediante las pruebas colorimétrica de Tollens, de cloruro férrico, y de límites microbianos. Se usó la ANOVA de un factor para comparar el pH y la densidad, tras verificar los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk y Levene).

Resultados: los metabolitos activos confirmaron la existencia de compuestos con potencial hipoglucemiante. Los valores de pH de dos formulaciones estuvieron dentro de los rangos aceptables (4,51 - 5,30); los de densidad oscilaron de 0,98 - 1,05 g/ml. Los límites microbiológicos fueron ≤102 ufc/ml.

Conclusiones: la densidad es insensible a los conservantes, y el pH rige la potencia organoléptica. El prototipo 0726 es una matriz estable, segura, y apta para el consumo oral. Se recomienda investigar la estabilidad, y hacer análisis instrumentales cuantitativos de la degradación temporal de los marcadores activos. La evidencia aportada, posibilitó seleccionar una formulación para su desarrollo como fitoterapéutico oral hipoglucemiante.

Palabras clave: cinnamomum zeylanicum; hipoglucemiantes; mangifera; plantas medicinales.

ABSTRACT

Introduction: the scientific use of medicinal plants is essential for transforming traditional knowledge into evidence-based phytotherapeutic alternatives. Cinnamon and mango are used to control blood glucose levels, usually in empirical preparations derived from community traditions, without rigorous pharmaceutical standardization.

Methods: an experimental study was conducted at the Chemistry and Biology Laboratory of the Central University of Nicaragua between January and February 2026. Active metabolites were identified using Tollens' colorimetric test, ferric chloride test, and microbial limit testing. One-way ANOVA was used to compare pH and density after verifying the assumptions of normality (Shapiro–Wilk test) and homogeneity of variances (Levene's test).

Results: the active metabolites confirmed the presence of compounds with hypoglycemic potential. The pH values of two formulations were within acceptable ranges (4.51–5.30), while density values ranged from 0.98 to 1.05 g/mL. Microbiological limits were ≤10^2 CFU/mL.

Conclusions: density is insensitive to preservatives, while pH determines organoleptic potency. Prototype 0726 is a stable, safe matrix suitable for oral consumption. Further research on its stability and quantitative instrumental analyses of the temporal degradation of active markers are recommended. The

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

evidence obtained made it possible to select a formulation for development as an oral hypoglycemic phytotherapeutic product.

Keywords: cinnamomum zeylanicum; hypoglycemic agents; mangifera; medicinal plants.

RESUMO

Introdução: o uso científico de plantas medicinais é fundamental para transformar o conhecimento tradicional em alternativas fitoterápicas fundamentadas. A canela e a manga são utilizadas no controle da glicemia, geralmente em preparações empíricas derivadas de tradições comunitárias, sem rigor farmacotécnico em sua padronização.

Objetivo: avaliar a influência das variações nas formulações sobre as propriedades fitoquímicas de soluções orais hipoglicemiantes de *Cinnamomum verum J. e Mangifera indica L.*

Métodos: foi realizada uma pesquisa experimental no Laboratório de Química e Biologia da Universidade Central da Nicarágua, entre janeiro e fevereiro de 2026. Foram avaliados o pH, a densidade e as características organolépticas das soluções. Os metabólitos ativos foram identificados por meio dos testes colorimétricos de Tollens e de cloreto férrico, bem como por testes de limites microbianos. Utilizou-se a análise de variância de um fator (ANOVA) para comparar o pH e a densidade, após a verificação dos pressupostos de normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene.

Resultados: a identificação dos metabólitos ativos confirmou a presença de compostos com potencial hipoglicemiante. Os valores de pH de duas formulações encontraram-se dentro das faixas aceitáveis (4,51–5,30), enquanto os valores de densidade variaram de 0,98 a 1,05 g/mL. Os limites microbiológicos foram $\leq 10^2$ UFC/mL.

Conclusões: a densidade mostrou-se insensível à presença de conservantes, enquanto o pH influenciou as propriedades organolépticas. O protótipo 0726 apresentou-se como uma matriz estável, segura e adequada para consumo oral. Recomenda-se investigar sua estabilidade e realizar análises instrumentais quantitativas da degradação temporal dos marcadores ativos. As evidências obtidas possibilitaram selecionar uma formulação para seu desenvolvimento como fitoterápico oral hipoglicemiante.

Palavras chave: cinnamomum zeylanicum; hipoglicemiantes; mangifera; plantas medicinais.

Recibido: 10/08/2026

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Aprobado: 02/10/2026

Publicado: 10/11/2026

INTRODUCCIÓN

El uso científico de las plantas medicinales en los ámbitos educativo y socioproductivo es clave para transformar el conocimiento tradicional en alternativas fitoterapéuticas fundamentadas. Especies como *Cinnamomum verum J.* (canela) y *Mangifera indica L.* (mango) históricamente se han utilizado para el control de la glucemia, casi siempre en preparaciones empíricas basadas en las tradiciones comunitarias, sin rigor farmacotécnico en su estandarización.

La diabetes mellitus tipo 2 es un problema de salud crítico en el mundo; en 2022 la Organización Mundial de la Salud constató una prevalencia de 14,00%.[1] Por ello, la comunidad científica se ha centrado en la búsqueda de alternativas terapéuticas complementarias, de origen vegetal. En el caso de los extractos de canela, sus efectos antidiabéticos se deben a mecanismos diferentes: reducen de forma efectiva la glucemia basal en ayunas,[2] mejoran el metabolismo de la glucosa (de forma semejante a la insulina), y modulan las enzimas relacionadas con el metabolismo glucídico.[3] En una revisión sistemática y metaanálisis[4] se comprobó que el consumo de suplementos de canela mejoró algunos indicadores glucémicos y lipídicos en personas con diabetes mellitus tipo 2; aunque los resultados pueden variar según la especie, la dosis, el tipo de extracto, y la forma administrada. Este perfil terapéutico aparece con más rigor metodológico en la investigación de Gou y cols.[5].

Wang y cols.[6] hicieron una revisión paraguas con metaanálisis, y confirmaron que la canela tiene efectos beneficiosos en pacientes con enfermedades metabólicas múltiples; entre ellos, la reducción de la glucemia y mejorías de los perfiles lipídicos. De manera paralela advirtieron, mediante farmacología de redes y metabolómica, que los extractos de canela modulan la ruta de señalización hepática PI3K/AKT y la arquitectura de la microbiota intestinal, con lo cual protegen la barrera mucosa y regulan la homeostasis glucídica de forma sistémica.

Respecto a *Mangifera indica L.*, un estudio experimental[7] corroboró que sus hojas contienen compuestos bioactivos con potencial hipoglucemiante; en modelos de diabetes tipo 2, el extracto de hojas de mango tuvo efectos reductores de la glucemia y reguladores de los mecanismos metabólicos vinculados con la secreción y actividad del péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1). Estos resultados

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

indican que el extracto podría favorecer el control glucémico mediante el incremento de la secreción de GLP-1 y la reducción de la actividad de la enzima dipeptidil peptidasa-4, mecanismos que prolongan la acción de esta hormona incretina.

La evidencia más reciente amplía el espectro terapéutico a otras partes de la planta. Se demostró que el extracto etanólico de cáscara de mango y su principio activo (mangiferina), reducen significativamente la glucemia y mejoran el glucógeno hepático y muscular en ratas diabéticas inducidas por aloxano.[8] De manera complementaria, se ha reportado que el extracto metanólico de la corteza del tallo de *Mangifera indica L.* posee un marcado efecto hipoglucemiante en ratas albinas diabéticas, sin evidenciar toxicidad hepática o renal aguda; lo cual refuerza su perfil de seguridad en usos terapéuticos.[9]

En Nicaragua, la fitoterapia es un pilar en las prácticas comunitarias. En 2025, se documentó[10] que una proporción considerable de la población de la comunidad de Miraflores Estelí, utilizaba plantas medicinales; sobre todo en las zonas rurales. No obstante, el uso tradicional de una planta no garantiza por sí mismo la calidad, estabilidad, uniformidad, ni seguridad de una preparación farmacéutica.

Aunque ambas especies tienen potencial biológico utilizable en la medicina, no existe una solución oral que las integre bajo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas controladas (formulación farmacéutica estandarizada). Tampoco se conoce cómo influyen las formulaciones diferentes sobre las características físicas, químicas, y microbiológicas de las plantas. Por ello, la Universidad Central de Nicaragua (UCN), desde la carrera de Farmacia, promueve el aprovechamiento científico de los recursos botánicos tradicionales como bases desarrollar alternativas terapéuticas innovadoras. De ahí que el objetivo de la presente investigación sea evaluar la influencia de las variaciones en las formulaciones sobre las propiedades fitoquímicas de las soluciones orales hipoglucemiantes de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.*

MÉTODOS

Se desarrolló una investigación de laboratorio con diseño experimental, en el Laboratorio de Química y Biología de la UCN (con sede en Jinotepe), entre enero y febrero de 2026.

Se tomaron como variable independiente las variaciones sistemáticas en las proporciones de los excipientes de las ocho formulaciones desarrolladas (se mantuvieron constantes las concentraciones de los extractos de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.*). Las variables dependientes respondieron

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

a dos enfoques analíticos: variables cuantitativas continuas (pH y densidad), sobre las cuales se midieron los efectos de las formulaciones mediante estadística inferencial paramétrica (ANOVA de un factor ($p < 0,05$), previa confirmación de los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (prueba de Levene); y variables de calidad y conformidad, con las cuales se analizaron las características organolépticas de las formulaciones mediante descripciones cualitativas analíticas,[11] y se evaluaron sus límites microbiológicos por comparación directa frente a las especificaciones microbiológicas oficiales de la Farmacopea de los Estados Unidos.

La materia prima vegetal empleada en este estudio fue plenamente identificada y registrada de la siguiente manera:

Canela: *Cinnamomum verum J.* (familia *Lauraceae*). La muestra se encuentra depositada en el Herbario "Miguel Ramírez Goyena", León, Nicaragua; y ha sido identificada con la certificación por el número de comprobante 8490.

Mango: *Mangifera indica L.* (Familia, *Anacardiaceae*). La muestra se encuentra depositada en el Herbario "Miguel Ramírez Goyena", León, Nicaragua; y ha sido identificada con la certificación respaldada bajo número de comprobante 13663.

La población de estudio se compuso de las ocho formulaciones piloto de soluciones orales a base de extractos de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.*, elaboradas en el laboratorio de la UCN mediante variaciones sistemáticas de las proporciones de los excipientes, y proporciones constantes de los extractos. El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de las variaciones en las formulaciones sobre las propiedades fitoquímicas de las soluciones orales, se diseñaron intencionalmente ocho variantes de formulación que representan distintos puntos del espacio experimental de proporciones de excipientes consideradas viables. Por tanto, la muestra coincidió con la población, y las ocho formulaciones se incluyeron en los análisis.

De cada formulación se obtuvieron alícuotas por triplicado, las cuales se utilizaron como réplicas analíticas para las determinaciones de pH, densidad, características organolépticas, y análisis microbiológicos. En el análisis inferencial, cada formulación se consideró como una unidad experimental independiente ($n=8$), de modo que la variabilidad entre formulaciones reflejara el efecto de los cambios en las composiciones de excipientes sobre las propiedades evaluadas.

Se recolectaron dos libras de hojas verdes frescas de *Mangifera indica L.*, durante la fase de fructificación, en la tarde soleada del seis de enero de 2026 en El Rosario, Carazo. Las hojas se lavaron

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

con agua potable y se escurrieron durante 60 minutos. Posteriormente, se fraccionaron y secaron en un secador solar durante 15 días, con supervisión constante. Se obtuvieron 0,9 libras (408,23 g) de material seco.

Se adquirió una libra (453,59 g) de corteza seca (astillas) de *Cinnamomum verum J.* en el mercado municipal de Diriamba, Carazo. El material vegetal se redujo de tamaño mediante trituración, en un molinillo eléctrico de acero inoxidable, para especias.

Las hojas secas de *Mangifera indica L.* y las astillas de *Cinnamomum verum J.* se maceraron por separado en alcohol etílico al 70,00 %, durante 21 días, en matraces Erlenmeyer, protegidas de la luz. Una vez filtrados, los extractos se evaporaron en una placa de calentamiento entre 40 °C y 45 °C hasta concentrarlos. Se estandarizaron los volúmenes de extracto fluido a 300 ml para *Cinnamomum verum J.* (1,51 g de materia seca/ml), y 500 ml para *Mangifera indica L.* (0,82 g de materia seca/ml).

Para la identificación cualitativa de los metabolitos activos, se vertieron cinco gotas del extracto de *Mangifera indica L.* en un tubo de ensayo, y se adicionaron cinco gotas de una solución diluida de cloruro férrico (FeCl3). En paralelo, para *Cinnamomum verum J.* se mezclaron cinco gotas de su extracto con cinco del reactivo de Tollens.

Para el análisis microbiológico se utilizó el método tradicional por vertido de placas (medio sólido de agar). El recuento total de microorganismos aerobios (bacterias) se hizo con agar triptona y soja, en un tiempo de incubación de 72 horas (tres días), a 35 °C en incubadora. El recuento total de hongos y levaduras se efectuó con agar dextrosa de Sabouraud al 4,00 %), con un tiempo de incubación de 168 horas (siete días), a 25 °C en incubadora.

Las mezclas y proporciones de los componentes se basaron en los lineamientos de compatibilidad y rangos del *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (sexta edición)[12]. Se diseñaron y elaboraron ocho lotes para evaluar las características fisicoquímicas, y optimizar las condiciones farmacotécnicas, de la solución oral hipoglucemiante.

El estudio se efectuó conforme a la normativa nacional aplicable a la utilización de recursos vegetales.[13] No se realizaron intervenciones en seres humanos ni animales. La recolección y procesamiento de los materiales vegetales se ejecutaron conforme a los criterios de uso responsable de la flora, y contaron con la aprobación del Comité de Ética Científica de la UCN.

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

RESULTADOS

El extracto de *Cinnamomum verum J.* presentó un pH de 4,66±0,02; el de *Mangifera indica L.* registró un pH de 5,58±0,02. En las pruebas de identidad química, el primero dio positivo al reactivo de Tollens, con la formación de un espejo de plata; lo cual confirmó la presencia de cinamaldehído, mediante el reconocimiento de su grupo funcional aldehídico. El segundo reaccionó positivamente a la prueba de cloruro férrico; el cambio de coloración de la solución hacia un tono azul oscuro, evidenció la formación de complejos característicos de compuestos fenólicos como las xantonas y polifenoles (específicamente la mangiferina).

En la tabla 1 se detallan las variaciones en el diseño de las formulaciones: ocho variantes de la solución oral, con concentraciones fijas de *Mangifera indica L.* (10,00%) y *Cinnamomum verum J.* (0,20%); las cuales modificaron, de forma combinada, los sistemas de conservación y regulación iónica.

Tabla 1 - Composición de los lotes experimentales de la solución oral

Componente / Materia prima	Función farmacéutica	Lote 0126	Lote 0226	Lote 0326	Lote 0426	Lote 0526	Lote 0626	Lote 0726	Lote 0826
Sacarina sódica	Edulcorante	0,10%	0,10%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,10%
Glicerina	Conservante	10,00%	0,00%	0,00%	10,00%	10,00%	10,00%	0,50%	0,00%
Ácido cítrico	Regulador de pH	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Citrato de sodio	Regulador de pH	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0.30%	0,00%
Benzoato de sodio	Conservante	0,00%	0,30%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Metilparabeno	Conservante	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%
Propilparabeno	Conservante	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%
Alcohol etílico	Cosolvente / Preservante	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	10,00%

Fuente: elaboración propia, basada en las formulaciones desarrolladas (base c.s.p.100 ml, con agua destilada y concentraciones de extractos fijas).

En la figura 1 se observa que los datos de pH cumplieron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk, p =0,694) y homocedasticidad (Levene, p>0,05). El análisis de varianza ANOVA evidenció diferencias altamente significativas entre las ocho formulaciones [F (7,16)=34,156; p<0,001]. La prueba de Tukey identificó al lote 0326 como el de acidez mayor (pH=3,10); los lotes 0426 (pH=6,64) y 0626 (pH=6,69), tuvieron los valores de pH más altos, sin diferencias significativas entre sí (p >0,05).

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821



Fig. 1 – Acidez (pH) promedio de cada lote experimental.

Fuente: Registro del Laboratorio de Control de Calidad Biopharma S.A., con pH-metro Orión Star/A214.

Al analizar los parámetros farmacocinéticos de las formulaciones (Tabla 2), el análisis de varianza ANOVA confirmó que no existían diferencias significativas en cuanto a las densidades de los ocho lotes ($F=0,027$; $p=0,075$). Los valores oscilaron entre 0,98 y 1,05 g/ml; el rango de aceptación técnica se cumplió al 87,50% (1,00-1,05 g/ml). Las variaciones de los lotes demostraron que las modificaciones en los excipientes influyeron en los niveles de pH y las densidades. El lote seleccionado como óptimo (0726) alcanzó un pH de 5,30, una densidad de 1,02 g/ml, y estabilidad microbiológica según los criterios de la *United States Pharmacopeia* (USP).

Tabla 2 - Evaluación de los parámetros farmacocinéticos de las formulaciones de la solución oral, según las variaciones formuladas según criterios de la United States Pharmacopeia

Lote	Variación principal	Densidad	Estabilidad microbiológica (criterios de la United States Pharmacopeia)
0126	Ácido cítrico	Constante (1,03)	Recuento total de microorganismos aerobios: ≤102 ufc/ml*
0226	Benzoato de sodio	Constante (1,00)	
0326	Parabenos	Constante (0,98)	
0426	Benzoato / glicerina	Constante (1,02)	Recuento total de hongos y levaduras: ≤102 ufc/ml*
0526	Glicerina (control)	Constante (1,01)	

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

0626	Parabenos / glicerina	Constante (1,01)	
0726	Citrato de sodio	Óptima (1,02)	
0826	Alcohol etílico	Constante (1,05)	

* Unidades formadoras de colonias por cada mililitro.

Fuente: elaboración propia, basada en los resultados en el Laboratorio de Química y Biología, UCN, Jinotepe; y pruebas microbiológicas en Laboratorio Biopharma, Managua, 2026.

Las propiedades sensoriales de las formulaciones variaron de acuerdo al pH y los sistemas de conservación añadidos (Tabla 3). Los lotes con valores de pH más altos manifestaron tonalidades de aspecto rojizo tenue. La adición de alcohol etílico modificó el perfil basal de la matriz, por lo cual el lote 0326 (1,00% de alcohol) presentó un aroma etanólico leve, y el lote 0826 (10,00% de alcohol) uno más intenso, acompañado de un sabor picante. En cambio, el lote 0226 mantuvo la coloración rojiza tenue y el aroma propio (*Cinnamomum verum J.*), pero resultó insípido. Esta respuesta difiere de los lotes 0126, 0526, y del prototipo óptimo 0726, los cuales conservaron notas de sabores dulces debido a la integración correcta de sus componentes.

Tabla 3 - Características organolépticas de los lotes piloto

Identidad / Lotes	Color	Aroma	Sabor
0126	Pardo claro	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Dulce
0226	Rojizo tenue	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Insípido
0326	Pardo claro	Etanólico tenue	Pungente
0426	Pardo claro	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Insípido
0526	Rojizo tenue	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Dulce
0626	Ámbar	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Insípido
0726	Rojizo tenue	Aromático propio (*Cinnamomum verum J.*)	Dulce
0826	Pardo claro	Etanólico penetrante	Pungente

La evaluación sensorial de los lotes piloto reveló variaciones cualitativas por la modificación de excipientes (véase la tabla 1). Los colores oscilaron entre pardo, rojizo, y ámbar. Los lotes 0326 y 0826 presentaron aromas etanólicos y sabores pungentes debido al alcohol añadido; los demás mantuvieron el aroma propio de *Cinnamomum verum J.*, y sabores dulces o insípidos. El lote 0726 se consolidó como el óptimo por su palatabilidad aceptable y riguroso cumplimiento físico, químico, y microbiológico de la estabilidad.

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

DISCUSIÓN

En la presente investigación, la combinación de extractos vegetales de *Cinnamomum verum J.* y *Mangifera indica L.* marca una transición metodológica fundamental: el paso desde el uso etnobotánico tradicional en contextos comunitarios locales[10] hacia el diseño y caracterización de una forma farmacéutica líquida estandarizada, con rigor farmacotécnico.

Los pH basales registrados en los extractos puros sin formular (4,66±0,02 para *Cinnamomum verum J.* y 5,58 ± 0,02 para *Mangifera indica L.*) son variables analíticas de control crítico que condicionan directamente la solubilidad, los grados de ionización, y la estabilidad fisicoquímica de los principios activos en matrices fitofarmacéuticas.

Las pruebas cualitativas de caracterización confirmaron la existencia de metabolitos secundarios clave. La prueba de Tollens resultó positiva con la formación del espejo de plata para el extracto de *Cinnamomum verum J.*; lo cual corroboró la presencia del grupo funcional aldehído (característico del cinamaldehído). El cambio a azul oscuro con cloruro férrico (FeCl3) en el extracto de *Mangifera indica L.* evidenció núcleos fenólicos, particularmente flavonoides y xantonas como la mangiferina.

Desde una perspectiva farmacodinámica y molecular, la presencia de estos marcadores fitoquímicos respalda la actividad antidiabética de la mezcla. Al respecto, Jerez-Fernández y cols.[14] y Tasnim y Mahmud[15] apuntaron que el cinamaldehído y los polifenoles presentes en estas especies intervienen activamente en la sensibilización de receptores periféricos de insulina, y la inhibición de enzimas del metabolismo glucídico. Argumentos corroborados por Silva y cols.[16] quienes describieron los mecanismos por los cuales los compuestos bioactivos de la canela (*Cinnamomum verum J.*) atenúan la disglucemia y la dislipidemia.

Wang y cols.[6] efectuaron análisis de farmacología de redes y metabolómica, y demostraron que los extractos de canela modulan la ruta de señalización hepática PI3K/AKT y la arquitectura de la microbiota intestinal. De modo que protegen la barrera mucosa y regulan la homeostasis glucídica de forma sistémica. La revisión de Nazareno y cols.[3] sintetizó evidencia *in vivo* confirmatoria de los efectos antidiabéticos dependientes de las dosis de *Cinnamomum sp*. en modelos experimentales. Estos estudios refuerzan la plausibilidad biológica de los hallazgos fitoquímicos del presente.

La literatura experimental respalda sólidamente los efectos terapéuticos de estos compuestos. Los estudios de hiperglucemia inducida por aloxano en modelos animales, ejecutados por Luis-Infantes,[17]

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

demostraron reducciones sustanciales de los niveles de glucosa sérica postprandial y sistémica tras la administración de extractos de hojas de mango.

En Nicaragua el uso de fitoterápicos es una práctica comunitaria documentada.[10] Por tanto, desde los puntos de vista epidemiológico y normativo, la estandarización farmacotécnica iniciada en este trabajo se alinea con el marco regulatorio establecido en la *Ley No. 774. Ley de medicina natural, terapias complementarias y productos naturales en Nicaragua*.[18]

La regulación del pH en las soluciones orales es un aspecto de importancia primordial. Bobillot y cols.[19] en sus revisiones sobre excipientes en formas líquidas orales, recalcaron que los componentes reguladores se deben seleccionar rigurosamente para evitar irritabilidad gástrica o citotoxicidad local. Al respecto, López-Alarcón y cols. [20] y Makkad y cols.[21] recomendaron que los excipientes, aunque son inertes desde el punto de vista farmacológico, deben evaluarse por su seguridad, compatibilidad, y potencial de interacción con los principios activos; especialmente en las formas líquidas orales cuyos usos son permanentes.

Los resultados de esta investigación están en consonancia con los recogidos en la literatura reciente sobre formulación de medicamentos herbales. Para Shaikh y Jadhav,[22] los enfoques clave de formulación incluyen la extracción acuosa o hidroalcohólica, la estandarización de extractos, y la selección estratégica de excipientes palatables y estables. Se debe tener en cuenta que parámetros como pH, viscosidad, densidad, y contenidos de sólidos totales, son críticos para garantizar la calidad y consistencia del producto final; tal como se hizo en la metodología empleada en este trabajo.

Gawai y cols. [23] confirmaron que las variaciones pequeñas en el pH, o en la concentración de los conservantes, pueden comprometer tanto la estabilidad química de los principios activos como la protección microbiológica. Por ello, se justifica el uso de sistemas amortiguadores como el citrato de sodio en formulaciones polifitoterapéuticas.

Ghate y cols.[24] sintetizaron los parámetros de evaluación obligatorios para jarabes y soluciones herbales: apariencia física, pH, viscosidad, densidad, contenido de sólidos, carga microbiana, eficacia de conservantes, y estabilidad a largo plazo. En este punto, los autores de la esta investigación reconocen que la determinación del pH no sólo es un estándar de calidad, sino un requisito farmacopeico para garantizar que los conservantes orgánicos permanezcan en sus fracciones no disociadas activas. Esta evidencia respalda la selección del lote 0726 como óptimo, ya que su pH de 5,30 se encuentra dentro del

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

rango recomendado para maximizar la eficacia del sistema conservante, sin comprometer la estabilidad de los polifenoles y flavonoides.

Esta investigación se desarrolló en una fase estrictamente estática y controlada *in vitro*, a escala de laboratorio. Por tanto, presenta limitaciones debidas a las restricciones temporales y de equipamiento; se omitieron análisis instrumentales, y estudios de estabilidad acelerada a largo plazo. De modo que las deducciones técnicas se restringen a los cambios físicos, químicos, y microbiológicos elementales de las soluciones formuladas.

CONCLUSIONES

Una de las ocho formulaciones fue viable desde el punto de vista farmacotécnico óptimo, basado en el control riguroso de sus variables críticas. Se caracterizaron los extractos puros y se aislaron de los efectos de los excipientes; se confirmó que la densidad es insensible a los conservantes, y el pH rige la potencia organoléptica. El prototipo 0726 es una matriz estable, segura, y apta para el consumo oral. Se recomienda que en investigaciones futuras se estudie la estabilidad, y se hagan análisis instrumentales cuantitativos de la degradación temporal de los marcadores activos. También, pasar a modelos biológicos *in vivo* para validar formalmente la potencia hipoglucemiante de esta asociación fitoterapéutica líquida. La evidencia preclínica aportada aquí, posibilitó seleccionar una formulación candidata, con características técnicas documentadas, para su desarrollo posterior como fitoterapéutico oral hipoglucemiante. El diseño del estudio proporcionó las herramientas metodológicas para reproducirlo en la creación y optimización de otras formas farmacéuticas líquidas basadas en extractos vegetales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Diabetes. Datos y cifras [Internet]. Nov 2024 [citado 15 May 2026]. Nota descriptiva s/n [aprox. 4 p.]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes

2. Torres-Calderón C. Revisión crítica: efectos de la suplementación con canela (*Cinnamomum spp.*) sobre los parámetros de control en pacientes con diabetes tipo 2 [Internet]. Lima: Universidad "Norbert

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

Wiener"; 2023 [citado 15 May 2026]. Disponible en: https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstreams/e319102b-d8a6-44fb-9992-7489acc16ad4/download

3. Nazareno AMA, Purnamasari L, de la Cruz JF. In vivo and in vitro anti-diabetic effects of cinnamon (*Cinnamomum spp.*) plant extract: a review. Canrea [Internet]. 2022 [citado 27 Jul 2026];151-71. Disponible en: https://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/canrea/article/view/673/272

4. Zhou Q, Lei X, Fu S, Li Z, Chen Y, Long C, et al. Efficacy of cinnamon supplementation on glycol lipid metabolism in T2DM diabetes: a meta-analysis and systematic review. Front Physiol [Internet]. 2022 [citado 27 Jul 2026];13:960580. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2022.960580/pdf

5. Gou H, Zhong L, Wei Q, Fan Y. The effects of cinnamon on patients with metabolic diseases: an umbrella review of meta-analyses of randomized controlled trials. Front Nutr [Internet] 2025 [citado 27 Jul 2026];12:1683477. Disponible en https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2025.1683477/pdf

6. Wang R, Yang K, Liu X, Zhang Y, Chen Y, Wang N, et al. The antidiabetic mechanisms of cinnamon extract: insights from network pharmacology, gut microbiota, and metabolites. Curr Issues Mol Biol [Internet]. 2025 [citado 22 Jul 2026];47(7):543. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12293137/pdf/cimb-47-00543.pdf

7. Jariyapongskul A, Boonsri P, Sungwienwong I, Dolsophon K, Apiratikul N, Jittangprasert P, et al. Molecular mechanisms and antidiabetic effects of mango (*Mangifera indica*) Leaf extract as a GLP-1 analogue in type 2 diabetic rats. Int J Mol Sci [Internet]. 2025 [citado 28 Jul 2026];26(24):12149. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12734274/pdf/ijms-26-12149.pdf

8. Mistry J, Biswas M, Sarkar S, Ghosh S. Antidiabetic activity of mango peel extract and mangiferin in alloxan-induced diabetic rats. Futur J Pharm Sci [Internet]. 2023 [citado 28 Jul 2026];9(1):22. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1186/s43094-023-00472-6

9. Umaru IJ, Ekubnse NA, Umaru KI, Tansaba AA, Ugoeze ES, Nanmar C. Potencial hipoglucemiante del extracto metanólico de la corteza del tallo de *Mangifera indica* en ratas albinas diabéticas inducidas por aloxano y su efecto tóxico sobre el hígado y los riñones. AJSTM [Internet]. Jul 2024 [citado 28 Jul 2026];1(1):1-5. Disponible en: https://ejournal.yasin-alsys.org/AJSTM/article/download/3358/2622/3358.pdf

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

10. Salgado-Aráuz GJ. Uso de plantas medicinales en la población de 35 a 45 años de la comunidad Miraflores de Estelí, 2024. Rev Estud Socioamb Gaia [Internet]. 2025 [citado 28 Jul 2026];1(1):1-11. Disponible en: https://portalderevistas.uam.edu.ni/index.php/rev-gaia/es/article/view/241/216

11. Hernández-Sampieri R. Metodología de la investigación. 2da ed. Ciudad de México: McGraw Hill Interamericana; 2025.

12. Rowe RC, Sheskey PJ, Owen SC, editores. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 6ta ed. [Internet]. London: Pharmaceutical Press; 2009 [citado 28 Jul 2026]. Disponible en: https://adiyugatama.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/03/handbook-of-pharmaceutical-excipients-6th-ed.pdf

13. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Nicaragua). Guía para el manejo de la biodiversidad [Internet]. Managua: MARENA; 2020 [citado 19 May 2026]. Disponible en: http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/2020/03/6-Gu%C3%ADa-para-el-Manejo-de-la-Biodiversidad.pdf

14. Jerez-Fernández CI, Medina-Pereira YA, Ortiz-Chang AS, González-Olmedo SI, Aguirre-Gaete MC. Physiopathology and clinical alterations of diabetes mellitus 2: literature review. NOVA. [Internet] 2022 [Internet];20(38):65-103. [citado 9 May 2026]. Disponible en: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/6184/5836

15. Tasnim S, Mahmud S. In silico evaluation of phytochemicals from *Mangifera indica* against type 2 diabetes targets: a molecular docking and ADMET study. Am J Interdiscip Stud [Internet] 2022 [citado 28 Jul 2026];3(4):91-116. Disponible en: https://ajisresearch.com/index.php/ajis/article/view/31/29

16. Silva ML, Bernardo MA, Singh J, De Mesquita MF. Cinnamon as a cComplementary therapeutic approach for dysglycemia and dyslipidemia control in type 2 diabetes mellitus and its molecular mechanism of action: a review. Nutrients [Internet]. Jul 2022 [citado 28 Jul 2026];14(13):2773. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9269353/pdf/nutrients-14-02773.pdf

17. Luis-Infantes TN. Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico de la hoja de *Mangifera indica* (mango) sobre los niveles de glicemia en *rattus rattus var. albinus* inducida por aloxano. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023 [citado 28 Jul 2026]. Disponible en: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/33162/EFECTO_HIPOGLUCEMIANTE_LUIS_INFANTES_TERESITA.pdf?sequence=3

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

18. Asamblea Nacional (Nicaragua). Ley No. 774/2012. Ley de medicina natural, terapias complementarias y productos naturales en Nicaragua. [Internet]. Ministerio de Salud; 2022 [Citado 27 Jul 2025]. Disponible en: https://www.minsa.gob.ni/sites/default/files/2022-10/LEY%20774%20DE%20MEDICINA%20NATURAL%20%2C%20TERAPIAS%20COMPLEMENTARIAS%20Y%20PRODUCTOS%20NATURALES%20EN%20NICARAGUA.pdf

19. Bobillot M, Delannoy V, Trouillard A, Kinowski JM, Sanchez-Ballester NM, Soulairol I. Potentially harmful excipients: state of the art for oral liquid forms used in neonatology and pediatrics units. Pharmaceutics [Internet]. Ene 2024 [citado 28 Jul 2026];16(1):119. https://www.mdpi.com/1999-4923/16/1/119/pdf?version=1705484006

20. López-Alarcón MD, Hernández AJ, Santos-Cruz P. Drug excipients. necessary, but not harmless. Quarterly J [Internet]. 2025 [citado 28 Jul 2026];17(4):65-79. Disponible en: https://www.farmaceuticoscomunitarios.org/en/system/files/journals/3967/articles/fc-25-222-v02.pdf

21. Makkad S, Sheikh M, Shende S, Jirvankar P. Pharmaceutical excipients: functions, selection criteria, and emerging trends. Int J Pharm Invest [Internet]. 2025 [citado 28 Jul 2026];15(2):361-76. Disponible en: https://www.jpionline.org/article/15/2/361.pdf

22. Shaikh SR, Jadhav V. A review on the formulation of herbal drugs. Int J Pharm Res Dev [Internet]. 2025 [citado 28 Jul 2026];7(2):713-20. Disponible en: https://www.pharmaceuticaljournal.net/archives/2025/vol7issue2/PartH/7-2-107-728.pdf

23. Gawai AA, Dhore B, Solanki M, Morey S. Formulation and development of oral herbal liquid dosage form with its quality evaluation parameters. Int J Ayurvedic Med [Internet]. 2023 [citado 28 Jul 2026];13(4):944-51. Disponible en: https://ijam.co.in/index.php/ijam/article/view/3043

24. Ghate AM, Kohale NB, Yadav SK, Sawarkar HS, Gode R. A comprehensive review on evaluation of herbal syrup. Int J Pharm Sci [Internet]. 2025 [citado 28 Jul2026];14(5):561-8 Disponible en: https://www.ijpsjournal.com/article/a-comprehensive-review-on-the-formulation-and-evaluation-of-herbal-cough-syrup

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed

2026;32: e4344
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Contribuciones de los autores

Débora Rebeca Hernández-Flores: administración del proyecto, metodología, supervisión, redacción del borrador original, redacción, revisión, y edición.

Harrison Edward Palma-López: conceptualización, análisis formal, curación de datos, investigación, redacción, revisión, y edición.

Emilia Saraí Velásquez-Castro: conceptualización, análisis formal, curación de datos, investigación, redacción, revisión, y edición.

Financiación

Universidad Central de Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Esta obra está bajo una licencia CreativeCommons Attribution4.0/International/Deed