

## Caracterización y estabilidad del aceite de semillas de *Moringa oleifera* originado en la industria cubana

Characterization and stability of *Moringa oleifera* seed oil originated in the Cuban  
industry

Vivian Lago Abascal<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3229-1872>

Gretter León Suárez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3577-6090>

Efraín Rodríguez Jiménez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8315-4413>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB), Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba.

\* Autor para la correspondencia: [vlago@bionaturasm.cu](mailto:vlago@bionaturasm.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** La *Moringa oleifera* es una planta con diferentes usos en la industria alimenticia y farmacéutica. Una de las partes aprovechables del árbol es la semilla, debido a su perfil de ácidos grasos en el aceite.

**Objetivo:** Caracterizar la composición fisicoquímica de las semillas secas y la estabilidad de oxidación del aceite de *Moringa oleifera*.

**Métodos:** La caracterización fisicoquímica se realizó según la USP 35, 2012; USP 40, 2017 y el perfil lipídico mediante cromatografía gaseosa acoplada a masa. La estabilidad se realizó por el método de cromatografía gaseosa, debidamente validado, basado en la separación del Ingrediente Farmacéutico Activo de sus eventuales productos de degradación.

**Resultados:** Los parámetros fisicoquímicos se mostraron acorde con lo expuesto en la literatura. El ácido oleico se encontró en mayor proporción en el aceite de moringa. El estudio de estabilidad evidenció que no existen cambios significativos en ninguna de las condiciones ensayadas, con parámetros dentro de los límites establecidos durante 12 meses.

**Conclusiones:** La caracterización fisicoquímica estuvo en el rango permisible y la evaluación lipídica mostró que el ácido graso oleico es el mayoritario en la planta; y el ácido graso linoleico minoritario. La estabilidad del aceite en las condiciones evaluadas propone una fecha de vencimiento de 12 meses, envasadas y almacenados en las mismas condiciones del estudio realizado por vida estante.

**Palabras clave:** estabilidad oxidativa; semilla; *Moringa oleifera*.

## ABSTRACT

**Introduction:** *Moringa oleifera* is a plant with different uses in the food and pharmaceutical industries. One of the usable parts of the tree is the seed, due to its fatty acid profile in the oil.

**Objective:** To characterize the stability of the oil from *Moringa oleifera*. dry seeds. Methods: The physicochemical characterization was carried out according to USP 35, 2012 and USP 40, 2017. The lipid profile was conducted by mass-coupled gas chromatography. The stability was measured through the gas chromatography method, duly validated, based on the separation of the Active Pharmaceutical Ingredient (API) from its eventual degradation products.

**Results:** The physicochemical parameters were consistent with what was stated in the literature. Oleic acid was found in a higher proportion in moringa oil. The stability study showed that there were no significant changes in any of the tested conditions, with parameters within the established limits for 12 months. Conclusions: The physicochemical characterization was in the permissible range and the lipid evaluation showed that oleic fatty acid is the majority in the plant; and linoleic fatty acid, minor. The stability of the oil under the evaluated conditions proposes an expiration date of 12 months, packaged and stored under the same conditions of the study carried out.

**Keywords:** oxidative stability; seed; *Moringa oleifera*.

Recibido: 24/05/2021

Aceptado: 24/02/2023

## Introducción

Estudios recientes han impulsado el uso y consumo de productos orgánicos, de alta calidad, debido a los avances tecnológicos que han evolucionado al pasar el tiempo. Las plantas representan una alternativa natural para mejorar las condiciones de vida de las personas, y esto se debe a la composición físico-química que poseen, ya sea sus frutos u otras de sus partes.<sup>(1)</sup>

La *Moringa oleifera* se reconoce como fuente de nutrientes por su elevado contenido en proteínas, calidad del aceite, aminoácidos y ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas y baja presencia de antinutrientes.<sup>(2,3)</sup>

El aceite extraído de las semillas de *Moringa oleifera* es de color amarillo intenso y poco viscoso. Se ha usado con el propósito de solucionar problemas de la piel y dolor de articulaciones.<sup>(4)</sup> Su empleo se ha extendido con éxito, ya que ofrece ácidos grasos, tocoferoles y vitamina E, que lo convierte en un complemento eficaz para combatir el colesterol.<sup>(5)</sup>

El aceite de semillas de moringa posee una variedad de esteroides que marcan la diferencia, con respecto a la mayor parte de los aceites convencionales comestibles. La semilla contiene entre 35 y 40 % de aceite, de alta calidad, poco viscoso y dulce. Posee un 73 % de ácido oleico, que lo hace muy similar al aceite de oliva, con un potencial altamente valorado en el mercado. Se ha demostrado que posee propiedades antisépticas y antiinflamatorias que ayudan a curar dolencias cutáneas. Es rico en cobre y calcio, importantes nutrientes en la piel.<sup>(6)</sup> Debido a las múltiples propiedades que presenta el aceite de moringa y la necesidad de fomentar su consumo, uno de los requisitos para su comercialización es determinar el tiempo de vida de este aceite.

Para considerar su uso y sus posibles alternativas con aplicaciones biotecnológicas en nuestro país fue necesario caracterizar la composición fisicoquímica de las semillas secas y la estabilidad de oxidación del aceite de *Moringa oleifera*, obtenido en el proceso de prensado en frío que se realiza en las instalaciones del proyecto “Moringa como suplemento nutricional”.

## Métodos

El estudio se realizó con aceite de semillas de *Moringa oleifera*. Se obtuvo de la planta de producción del proyecto “Moringa como suplemento nutricional”, del Centro de Investigación en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales. Las semillas empleadas fueron procedentes de la

India. Los ensayos analíticos de caracterización fisicoquímica, estabilidad acelerada y tiempo real se realizaron en el Centro de Investigaciones y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM), mediante contratos de servicios financiados por el fondo FONCI del CITMA al proyecto “Desarrollo de la cadena de valor del aceite de semilla de *Moringa oleifera* como cosmético y farmacéutico e integrador nutricional”. El análisis de perfil lipídico se realizó en el Centro de Investigaciones Científicas (CNIC).

Las semillas se sometieron a una selección donde se separaron las vainas y otras materias extrañas que pasaron a ser producto de desecho. Las semillas aptas constituyeron la materia prima para la obtención de aceite de *Moringa oleifera*, que se descascararon de forma mecánica para la separación de los endospermos. El aceite fue extraído de forma mecánica por prensado en frío. Se utilizó para el estudio de estabilidad muestras de dos lotes, envasados en frascos de vidrio ámbar.

### **Caracterización físico-química del aceite de las semillas secas**

Para la evaluación fisicoquímica del aceite se determinaron los parámetros que se utilizan para la caracterización de los aceites: índice de refracción, materia insaponificable, índice de acidez, índice de iodo, índice de peróxidos, densidad, pH y viscosidad. Se realizó según lo descrito en la Farmacopea Americana.<sup>(7,8)</sup> Todos los reactivos empleados fueron de calidad analítica.

### **Estabilidad del aceite de las semillas secas**

El estudio de estabilidad del aceite se realizó tanto en tiempo real o vida de estante como acelerado.

### **Estudios y condiciones utilizadas**

El estudio de estabilidad de vida en estante se realizó a temperatura ambiente ( $30 \pm 2$  °C y  $75 \pm 5$  % de humedad relativa); mientras que el estudio de estabilidad acelerado se realizó a  $40 \pm 2$  °C y  $75 \pm 5$  % de humedad relativa. La frecuencia de análisis para la estabilidad acelerada fue de 0, 1, 2, 3 y 6 meses; mientras que para vida de estante fue 0, 3, 6, 9 y 12 meses.

## Índices de calidad estudiados y límites de aceptación

Los parámetros analíticos evaluados a través del estudio, con sus límites de aceptación, se relacionan a continuación: características organolépticas (olor y color característicos), índice de saponificación (175,27 a 204,80 mg/g), índice de acidez (4,46 a 6,82 mg/g), índice de peróxido (no más de 24,27 mol eq O<sub>2</sub>/kg de aceite) y contenido de ácido 9-octadecenoico (no menos de 63,41 %).

## Método analítico utilizado

Se empleó para la valoración el método de cromatografía gaseosa, validado y basado en la separación del Ingrediente Farmacéutico Activo (IFA) de sus eventuales productos de degradación.

## Determinación del perfil lipídico mediante cromatografía gaseosa acoplada a masa

La determinación de ácidos grasos se realizó según la Farmacopea Americana.<sup>(9)</sup>

Preparación de la muestra: se pesaron 100 mg de muestra en la balanza analítica; se adicionaron 500 µl de cloroformo y 100 µl de N, O-Bis-trimetilsilil-trifluoroacetamida (BSTFA), se aplicó ultrasonido durante 3 min y se incubó en baño termostático a 70 °C por 30 min.

## Condiciones cromatográficas

El análisis se realizó en un cromatógrafo de gases acoplado a masas (CG/MS) Thermo Electron Corporation (TL 103), Interscience, Trace GC Ultra. Se empleó la columna HP-5Ms (30 m x 0,25 mm y 0,25 mm diámetro interno). La temperatura de la columna se controló de 60 - 200 °C, con el incremento a razón 20 °C/min (7 min) y de 200 - 300 °C a razón 8 °C/min (durante 30 min). Temperatura de la fuente de iones: 230 °C; temperatura auxiliar: 250 °C; temperatura del inyector: 280 °C; flujo He: 1,0 ml/min; energía: 70 Ev y análisis completo: 40 a 800 m/z.

Las muestras para los ensayos se conservaron a 5 ± 3 °C. Los ensayos se realizaron por duplicado, reportándose la media y la desviación estándar (K = 2). El análisis de la composición de ácidos grasos se realizó después de obtener los derivados (ésteres metílicos) de los aceites estudiados. Para la derivatización se empleó el método de la transesterificación ácida con ácido clorhídrico y metanol.

## Resultados

### Caracterización físico-química

La tabla 1 presenta los resultados para los diferentes parámetros de calidad del aceite de moringa.

**Tabla 1** - Características fisicoquímico del aceite de semillas secas de *Moringa oleifera*

Parámetros	Resultados
Densidad (25 °C) (g/cm <sup>3</sup> )	0,9094 (0,8 x 10 <sup>-3</sup> )
Índice de refracción (40 °C)	1,464 (0,002)
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100 g)	68,68 (0,10)
Índice de saponificación (mg KOH/g)	191,61 (3,09)
Índice de acidez (mg/g)	5,59 (0,52)
Índice de peróxido (mol eq O <sub>2</sub> /kg)	15,06 (3,95)

Leyenda: En X (DS), X: valor medio de tres determinaciones; DS: desviación estándar.

### Estudio de estabilidad del aceite de las semillas secas

Se demostró que las muestras correspondientes a los lotes analizados cumplieron con los criterios de aceptación (tabla 2).

**Tabla 2** - Evaluación fisicoquímica de dos lotes de aceite de las semillas secas

Ensayos realizados	Resultado de lotes		Criterio de aceptación
	1	2	
Características organolépticas	Responde	Responde	Olor y color característico
Densidad específica (g/mL)	0,9087	0,9090	0,9055 a 0,9116
Índice de refracción	1,4640	1,4650	1,4594 a 1,4696
Índice de acidez (mg/g)	5,39	5,70	4,46 a 6,82
Índice de peróxido (mol eq O <sub>2</sub> /kg)	7,75	8,52	No más de 24,27
Índice de saponificación (mg KOH/g)	186,39	182,94	175,27 a 204,80
Ácido 9-octadecenoico (%)	89,72	98,60	No menos de 63,41

Las tablas 3 y 4 muestran los valores de la estabilidad acelerada y vida de estante de dos lotes de aceite de las semillas secas.

**Tabla 3 - Estabilidad acelerada de los lotes 1 y 2 de aceite de las semillas secas**

Ensayos realizados	Tiempo (meses)									
	Lote 1					Lote 2				
	0	1	2	3	6	0	1	2	3	6
Características organolépticas	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Índice de acidez (mg/g)	5,39	5,48	5,67	5,75	5,82	5,70	5,72	5,80	5,99	6,01
Índice de peróxido (mol eq O <sub>2</sub> /kg)	7,75	7,91	8,06	8,15	8,21	8,52	8,65	8,74	8,92	9,01
Índice de saponificación (mg/g)	186,39	186,25	186,05	185,74	185,66	182,94	182,73	182,41	182,18	181,04
Ácido 9-octadecenoico (%)	89,72	88,87	88,45	88,26	87,86	98,60	98,45	98,02	97,79	97,25

Leyenda: C: cumple.

**Tabla 4 - Estabilidad por vida de estante de los lotes 1 y 2 de aceite de las semillas secas**

Ensayos realizados	Tiempo (meses)									
	Lote 1					Lote 2				
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Características organolépticas	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Índice de acidez (mg/g)	5,39	5,42	5,45	5,48	5,51	5,70	5,72	5,75	5,77	5,81
Índice de peróxido (mol eq O <sub>2</sub> /kg)	7,75	7,81	7,86	7,94	8,01	8,52	8,58	8,67	8,74	8,86
Índice de saponificación (mg/g)	186,39	186,22	186,14	186,00	185,91	182,94	182,81	182,73	182,64	182,36
Ácido 9-octadecenoico (%)	89,72	89,57	89,41	89,16	89,02	98,60	98,57	98,51	98,44	98,37

Leyenda: C: cumple.

### Perfil de ácidos grasos del aceite de las semillas secas

Se muestra que el ácido oleico es mayoritario en la composición lipídica de la semilla de moringa (tabla 5).

**Tabla 5 - Contenido de ácidos grasos del aceite de las semillas secas**

Ácidos grasos	Contenido (%)
Ácido dodecanoico (Ácido laurico, C12:0)	0,02
Ácido tetradecanoico (Ácido mirístico, C14:0)	0,17
Ácido hexadecanoico (Ácido palmítico, C16:0)	6,49

Ácido hexadecenoico (Ácido palmitoleico, C16:1)	1,14
Ácido octadecanoico (Ácido esteárico, C18:0)	5,16
Ácido 9 -octadecenoico (Ácido oleico, C18:1)	75,30
Ácido 9,12- octadecenodioico (Ácido linoleico, C18:2)	0,44
Ácido eicosanoico (Ácido aráquico, C20:0)	3,56
Ácido 9 eicosenoico (C20:1 )	2,20
Ácido docosanoico (Ácido behénico, C22:0)	5,51

## Discusión

El proceso de extracción de aceite de las semillas secas de *Moringa oleifera* para su evaluación se realizó similar a lo realizado por *Espinosa* y otros.<sup>(10)</sup> Se separaron las cáscaras de los endospermos mediante el descascarado mecánico y se extrajo el aceite ejerciendo presión mecánica en frío sobre las semillas.

Los valores obtenidos se mostraron similares a los informados por *Serrano* y otros<sup>(11)</sup> donde la densidad a 25 °C fue igual a 0,9094 g/cm<sup>3</sup>, el índice de refracción a 40 °C correspondió a 1,464, el índice de iodo: 68,68 g I<sub>2</sub>/100 g, el índice de saponificación: 191,61 mg KOH/g y el índice de acidez: 5,59 mg/g. Con respecto al índice de peróxido obtenido por *Gaspar*<sup>(4)</sup> fue de 19,80 mol eq O<sub>2</sub>/kg y el del estudio está en correspondencia con el límite de aceptación expuesto para el producto. Este parámetro señala cuánto de nivel de oxidación tiene un aceite. El estudio realizado por *Zumbado* y otros<sup>(12)</sup> planteó que al comienzo de la oxidación de las grasas se puede dar el caso que, en gran cantidad, el resultado de la reacción sea hidroperóxido. Al elevar cuántos peróxidos se utilicen y se sienta el olor y el sabor propios de la rancidez, se puede notar fidedigna la aparición de otros productos que resultan de la descomposición de los hidroperóxidos. Por otro parte, el índice de iodo en este trabajo mostró un ligero aumento con relación al informado por *Zumbado* y otros<sup>(12)</sup> que fue de 65,58 g I<sub>2</sub>/g.

El perfil de ácidos grasos obtenido con respecto al ácido oleico y ácido palmitoleico del aceite de moringa son semejantes a los notificados por *Gaspar* y otros<sup>(4)</sup> y *Serrano* y otros,<sup>(11)</sup> quienes mostraron los siguientes valores 73 y 74,72 %, y 1,2 y 1,25 %, para ácido oleico y ácido palmitoleico, respectivamente. Además, el perfil de grasa del aceite en este estudio fue de 6,49; 1,14; 5,16 y 75,30 % en cuanto al ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido esteárico y ácido

oleico. Estos datos son superiores a los hallado por *Payal* y otros<sup>(14)</sup> que fueron de 5,91, 0,97, 3,95 y 72 %, respectivamente.

El estudio de estabilidad realizado al aceite de semillas secas evidenció no tener cambios significativos en ninguna de las condiciones ensayadas. Los parámetros se encontraron dentro de los límites establecidos y la disminución del contenido de IFA fue inferior al límite establecido. El aceite mostró estar compuesto por ácidos grasos saturados e insaturados, y debido al predominio del ácido oleico en su composición (valores superiores al 70 %). Según *Payal* y otros<sup>(14)</sup> al aceite se le atribuye una gran estabilidad a la oxidación. Este parámetro es un indicador importante en el desempeño y la vida de anaquel de la grasa, en dependencia de la composición de la muestra y de las condiciones a las que está sujeta.<sup>(15)</sup> La exposición al aire libre, a altas temperaturas, a la luz, a trazas de metales (hierro y cobre) y a la humedad refuerzan la oxidación. El estudio realizado por *Navas*<sup>(16)</sup> mostró un índice de peróxido de 1,17 mol eq O<sub>2</sub>/kg aceite. También planteó que un bajo valor de este parámetro no tiene un gran potencial a enranciarse. Además, que los peróxidos son radicales inestables formados a partir de los triglicéridos. Un índice de peróxido elevado es un indicador de que el producto tiene un gran potencial de rancidez y que puede fallar cuando se encuentre en el anaquel.

El estudio demostró que el ácido oleico es mayoritario, y el ácido graso linoleico minoritario en las semillas de la planta. Las condiciones evaluadas revelaron una fecha de vencimiento de 12 meses.

## Referencias bibliográficas

1. López Córdova EE. Industrialización de la Moringa aplicada a las condiciones climáticas de Piura [tesis de grado]. Perú: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial; 2019.
2. Falowo AB, Mukumbo FE, Idamokoro EM, Lorenzo JM, Anthony J, Afolayan AJ, *et al.* Multifunctional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: A review. *Food Res Int.* 2018;106:317-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.12.079>
3. Olaiya O, Temitayo G, Joseph O, Opeyemi D, Timothy A, Olusola Y. *Moringa oleifera* phytochemicals protect the brain against experimental nicotine-induced neurobehavioral

- disturbances and cerebellar degeneration. J Agric Food Chem. 2018;25:57-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PATHOPHYS.2017.12.003>
4. Gaspar LM. Optimización del proceso de extracción de aceite de teberinto (*Moringa oleifera*) mediante método soxhlet [tesis de grado]. Perú: Universidad Nacional del Callao; 2019.
  5. Pérez S, Cheng M. Comportamiento de una mezcla de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y amaranto (*Amaranthus dubius*) en diferentes proporciones para la elaboración de un alimento tipo pan [tesis de grado]. Venezuela: Universidad de Oriente; 2012.
  6. Paniagua A, Chora J. Elaboración de aceite de semillas de *Moringa oleifera* para diferentes usos. Rev Cienc Salud. 2016 [acceso 15/02/2021];3(9):36-46. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_de\\_la\\_Salud/vol3num9/Revista\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Salud\\_V3\\_N9\\_5.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num9/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N9_5.pdf)
  7. Pharmacopoeia Americana. USP 35/2012 NF 30. US Pharmacopeia, 35th Revision; The United States Pharmacopeial Convention. Pharmacopoeia Americ. 2012 [acceso 15/02/2021]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/united-states-pharmacopeia-35th-revision-the-national-formulary-30th-ed/oclc/822740959>
  8. Pharmacopoeia Americana. USP 40/2017 NF 35. United States Pharmacopeia Convention. Pharmacopoeia Americ. 2017 [acceso 15/02/2021]:3753-57. Disponible en: <https://www.uspnf.com/official-text/proposal-statuscommentary/usp-40-nf-35>
  9. Pharmacopoeia Americana. USP-41/2018, Chemical Tests/401 Fats and Fixed Oils. Pharmacopoeia Americ. 2018 [acceso 15/02/2021]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/485041224/U-S-Pharmacopeia-National-Formulary-2018-USP-41-NF-36-VOLUME-3-pdf>
  10. Espinosa C, Díaz Y, Rendón M, Fernández E, Piloto R, García T. Extracción etanólica de aceite de semilla *Moringa oleifera*. Investig Cienc. 2018 [acceso 15/02/2021];26(74). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/674/67455945005/html/>
  11. Serrano Ferrer C, De Cárdenas Zumalacárregui B, Mestre Mazorra M. Caracterización físico-química del aceite de semillas de *Moringa oleifera*. Rev Centro Azúcar. 2020 [acceso 15/02/2021];47. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2223-48612020000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-48612020000400001)

12. Zumbado Fernández H. Análisis químico de los alimentos: Métodos clásicos. Ed Universit; 2002 [acceso 15/02/2021]. Disponible en: [https://cataleg.uji.es/discovery/fulldisplay/alma991004361140006336/34CVA\\_UJI:VUI](https://cataleg.uji.es/discovery/fulldisplay/alma991004361140006336/34CVA_UJI:VUI)
13. Fernández Sobrados J, Pascual Chagman G, Silva Jaimes MI, Salvá Ruíz B, Guevara Pérez A, Encina Zelada C. Efecto del tratamiento enzimático de la semilla de Moringa (*Moringa oleifera*) sobre las características físico-químicas del aceite obtenido por extracción con prensa expeller. Sci Agrop. 2018;9(3):371-80. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.08>
14. Payal RB, Jadhav AJ, Pinjari DV, Nemade PR, Jain RD. Solvent assisted extraction of oil from *Moringa oleifera* Lam. Seeds. Industrial Crops Products. 2016;82:74-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.004>
15. Smith S, King R, David M. Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil. Food chemistry. 2006;102(4):1208-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.058>
16. Navas P. Componentes minoritarios y propiedades antioxidantes de aceite vírgenes y tortas residuales obtenidos por presión en frío a partir de fuentes vegetales convencionales y no convencionales [tesis de doctorado]. España: Universidad de Castilla-La Mancha; 2010.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Vivian Lago Abascal, Gretter León Suárez y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Curación de datos:* Gretter León Suárez y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Análisis formal:* Gretter León Suárez y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Investigación:* Vivian Lago Abascal, Gretter León Suárez y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Metodología:* Gretter León Suárez y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Administración del proyecto:* Efraín Rodríguez Jiménez.

*Supervisión:* Efraín Rodríguez Jiménez.

*Visualización:* Vivian Lago Abascal y Efraín Rodríguez Jiménez.

*Redacción del borrador original:* Vivian Lago Abascal.

*Redacción, revisión y edición:* Efraín Rodríguez Jiménez.