

Propiedades fisicoquímicas del aceite extraído de las semillas de *Azadirachta indica* A. Juss en Guantánamo

Physicochemical properties of the oil extracted from the seeds of *azadirachta indica* A. Juss in Guantánamo

Mary Tania Barceló-López¹ <https://orcid.org/0000-0001-5359-2204>

Yudith González-Díaz^{2*} <https://orcid.org/0000-0003-1240-1146>

David Cambara-González³ <https://orcid.org/0000-0002-6476-4822>

¹Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (CATEDES), Guantánamo, Cuba

²Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

³Centro de Investigación de Energía Solar, Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para correspondencia. Correo electrónico: yudith@uo.edu.cu

RESUMEN

Azadirachta indica A. Juss (Neem) es un árbol originario de la India que, por sus múltiples propiedades, se encuentra en la actualidad distribuido ampliamente en el mundo, principalmente en zonas tropicales y semiáridas, pudiendo soportar condiciones adversas tales como: altas temperaturas y suelos áridos, no fértiles, pedregosos o ácidos. A partir de esta planta se elaboran repelentes de insectos e insecticidas, fungicidas y fertilizantes de extraordinario valor para la agricultura integral o biológica. El objetivo de esta investigación es la determinación de parámetros de calidad de las variables físico-químicas del aceite de las semillas de *Azadirachta indica* A. Juss (Neem). El aceite se extrajo, mediante prensado al frío artesanal, de las semillas de frutos recolectados de especímenes cultivados en el municipio San Antonio del Sur de la provincia de Guantánamo. De todos los parámetros el único que está por encima de los valores exigidos es el índice de acidez. El aceite de neem de árboles localizados en Guantánamo podría constituir una alternativa en la sustitución de aceites vegetales importados de uso industrial aunque con previos procesos de refinación.



Palabras clave: *azadirachta indica* A. Juss; neem; aceite vegetal; prensado en frío.

ABSTRACT

Azadirachta indica A. Juss (Neem) is a tree native to India that, due to its multiple properties, is currently widely distributed throughout the world, mainly in tropical and semi-arid areas, being able to withstand adverse conditions such as high temperatures and soils. arid, infertile, stony or acid. Insect repellents and insecticides, fungicides and fertilizers of extraordinary value for integrated or organic agriculture are made from this plant. The objective of this research is the determination of quality parameters of the physical-chemical variables of the oil from the seeds of *Azadirachta indica* A. Juss (Neem). The oil was extracted, by artisanal cold pressing, from the seeds of fruits collected from specimens cultivated in the San Antonio del Sur municipality of the Guantánamo province. The quality parameters were determined: density, acidity index, pH, refractive, iodine and saponification indices. The values of the oil quality parameters of the neem seeds were shown to be similar to the results of other researchers and to be within the ranges required by the Codex. Of all the parameters, the only one that is above the required values is the acidity index. The Neem oil from trees located in Guantánamo could be an alternative to replace imported vegetable oils for industrial use, although with previous refining processes.

Keywords: *azadirachta indica* a. juss; neem; vegetable oil; cold pressed.

Recibido: 20/08/2023

Aceptado: 15/12/2023

Introducción

El Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) es un árbol originario de la India que, por sus múltiples propiedades, se encuentra en la actualidad distribuido ampliamente en el mundo, principalmente en zonas tropicales y semiáridas, pudiendo soportar condiciones adversas tales como altas temperaturas y suelos áridos, no fértiles, pedregosos o ácidos.⁽¹⁾

El árbol de Neem, es una especie de gran importancia y potencialidad, que ha despertado la atención del mundo científico por sus múltiples propiedades y usos de sus componentes.⁽²⁾ Este árbol es conocido por sus propiedades medicinales en humanos ⁽³⁾ y por su uso en control de plagas en cultivos agrícolas.⁽⁴⁾ Los extractos obtenidos de su semilla contienen diversos agentes bioactivos contra hongos ⁽⁵⁾ e insectos. Algunos especialistas señalan que dicha planta combate 300 plagas y más de 50 enfermedades asociadas a la agricultura, además, purifica el aire, combate la contaminación ambiental, enriquece los suelos, restaura áreas degradadas por erosión o abuso de pesticidas químicos, obteniéndose mejores cosechas.⁽⁶⁾ Los principios activos se encuentran en todas sus partes y son utilizados para combatir muchas especies de plagas dañinas, para curar afecciones dérmicas y combatir parásitos en animales.

De todos los productos del árbol del Neem, el aceite es quizás el más comercialmente importante.

Un aceite vegetal generalmente se extrae a partir de los frutos o de las semillas de una determinada especie.⁽⁷⁾ El prensado en frío, es un modo de extracción exclusivamente mecánico que se realiza a bajas temperaturas, preservando de este modo la proporción de ácidos grasos esenciales, vitamina E, antioxidantes naturales y no necesita ningún aditivo.⁽⁸⁾

El aceite del Neem está compuesto principalmente por triglicéridos de ácido oleico, esteárico, linoleico y palmítico.⁽⁹⁾ Se han descrito múltiples usos populares para él: en la preparación de cremas y geles corporales, como fungicida, repelente de insectos y hasta como espermicida.

Del aceite de Neem, se extrae un insecticida natural orgánico que compite ventajosamente con los insecticidas químicos, ya que los insectos no han desarrollado resistencia, por lo que se perfila como el precursor de una nueva generación de productos insecticidas, fungicidas, acaricidas, etc.⁽⁹⁾

El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ha provocado un efecto desfavorable sobre la calidad biológica de los alimentos, ya que son altamente derrochadores de energía y alteran completamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Todo esto ha traído consigo que se mejore su calidad biológica a través de la utilización de los recursos naturales disponibles en los agroecosistemas. En el mundo

contemporáneo cada día cobra más valor el empleo de biopreparados a partir de vegetales utilizados como insecticidas, primeramente por su menor acción contaminante, por su bajo costo y fácil obtención.⁽¹⁰⁾ Aspecto que concuerdan con nuestras realidades socioeconómicas y políticas, sobre el medio ambiente, que están en franca oposición práctica de las sociedades de consumo que amenazan la biodiversidad, envenenan mares y ríos, han contaminado el aire y saturado la atmósfera de gases que alteran las condiciones climáticas con efectos catastróficos que ya comenzamos a padecer, como señalara el comandante en Jefe Fidel en la cumbre de la tierra.⁽¹¹⁾

Existen relativamente pocas investigaciones sobre la extracción y caracterización del aceite vegetal del Neem en Cuba. La caracterización de un aceite vegetal consiste en la evaluación de sus propiedades o características como índice de refracción, densidad, índice de acidez, índice de yodo y de saponificación, parámetros que denotan la calidad del producto obtenido.⁽⁷⁾

En Guantánamo existen sembrados de árboles de Neem, lo que demuestra su buena adaptación a estos suelos, por lo que extraer el aceite de Neem y caracterizar el mismo, se plantea como una excelente alternativa, con miras a obtener un producto de gran calidad que a futuro pueda ser industrializado.

El objetivo de esta investigación es la determinación de los parámetros de calidad del aceite de las semillas de árboles de *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) cultivados en el Municipio San Antonio del Sur, Guantánamo.

Métodos utilizados

El material vegetal utilizado fue el neem (*Azadirachta indica* A. Juss), cultivado en el municipio San Antonio del Sur de la provincia de Guantánamo. La extracción del aceite esencial se realizó utilizando la técnica prensado al frío y el producto extraído se almacenó a temperatura ambiente.

La densidad fue determinada mediante un picnómetro, el cual fue limpiado, enjuagado y secado cuidadosamente, se realizó la determinación de la siguiente manera:

- Se determinó la masa del picnómetro completo en una balanza analítica.
- Fue llenado el picnómetro con el destilado obtenido.
- Se determinó la masa del picnómetro lleno y se restó la masa del picnómetro vacío.

Teniendo en cuenta el volumen del picnómetro, 5 mililitros, fue calculada la densidad por la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Siendo M= masa del destilado y V= volumen de picnómetro.

Para la medición del índice de refracción se usó el refractómetro ABBE. Se colocó una gota del aceite en el prisma de iluminación para obtener las lecturas respectivas de índice de refracción

Para determinar el índice de yodo se utilizó el método de Hanus, según la técnica AOAC 920.158-1990, el cual se fundamenta en una solución de 0,2N equimolecular de yodo y bromo en ácido acético glacial. ⁽¹²⁾ Se calculó el índice de yodo con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de yodo} = \frac{(N_{\text{tiosulfato}})(0,127)(V_B - V_M)(100)}{P_{\text{aceite}}} \quad (2)$$

donde:

V_B = volumen en mililitros de tiosulfato de sodio gastados en la valoración del blanco.

V_M =volumen en mililitros de tiosulfato de sodio gastados en la valoración de la muestra de aceite.

$N_{\text{tiosulfato}}$ = normalidad del tiosulfato de sodio.

P_{aceite} = peso en gramos del aceite.

0,127= equivalente del yodo.

Se realizó la determinación de acidez titulable teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 4623 “Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable.”⁽¹³⁾ El método de determinación empleado fue el método de rutina, donde se realiza una titulación mediante una solución estándar de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador ⁽¹²⁾. Se calculó la acidez titulable con la siguiente ecuación:

$$Acidez = \frac{(V_{NaOH})(N_{NaOH})\left(\frac{P_{eq}}{100}\right)(100)(V)}{P} \quad (3)$$

donde:

V= Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra, en mililitros.

N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

Peq= Peso equivalentes. Málico= 67. Ácido cítrico= 70. Tartárico=75. Acético= 60.

La determinación del índice de saponificación se realizó mediante la norma mexicana NMX-F-174-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación del índice de saponificación en aceites y grasas vegetales o animales. Teniendo en cuenta que este método se basa en la reacción química de los ácidos grasos con un álcali, formándose la sal del ácido.⁽¹⁴⁾ Se calculó de la siguiente manera:

$$Indice\ de\ saponificacion = \frac{(V_1 - V)(28.05)}{P} \quad (4)$$

donde

V₁= volumen en mililitros de ácido clorhídrico 0,5N gastados en la valoración del blanco.

V= volumen en mililitros de ácido clorhídrico 0,5N gastados en la valoración de la muestra de aceite.

P= peso en gramos del aceite.

28,05= Miligramos de hidróxido.

Resultados y su discusión

Al aceite obtenido de la semilla de *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) se le realizó una caracterización fisicoquímica a fin de conocer sus propiedades generales. Los resultados obtenidos de esta caracterización se muestran en la tabla 1.

Tabla 1- Propiedades físicas químicas del aceite extraído por prensado en frío de la semilla del Neem

Parámetro	Resultado
Densidad (kg/m ³)	836
pH	7,37
Índice de refracción	1,47
Índice de acidez (mg KOH/g muestra)	8,76
Índice de yodo (mg/g)	78,89
Índice de saponificación (g)	188,20

La densidad del aceite de Neem, es menor a la densidad del agua, lo cual es característico en los aceites vegetales. En la figura 1 se compara la densidad del aceite estudiado con la reportada por otros investigadores. Las diferencias existentes podrían relacionarse con distintas condiciones ambientales de crecimiento del Neem y al uso de un método distinto de prensado.⁽⁷⁾

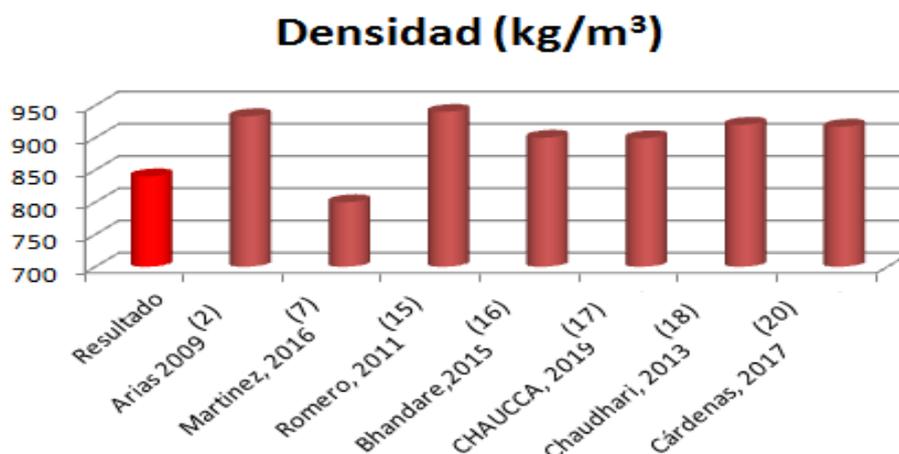


Fig. 1- Comparación de la densidad del aceite estudiado con las de otras fuentes de información ^(16,17,18)

El índice de refracción del aceite en estudio es comparable a los publicados para los aceites de Neem de especímenes venezolanos ^(2,15,19) y peruanos ⁽²⁰⁾

sin embargo, es menor que los reportados para algunos aceites vegetales comerciales de algodón, maíz, cáñamo y de oliva.⁽⁷⁾ Algunos autores ⁽⁷⁾ definieron diferentes rangos para varios tipos de aceites de diferentes orígenes que oscilaron entre 1,440 – 1,477, estos autores señalaron que índice de refracción superior de forma ascendente se relaciona con las características de los constituyentes y la forma en que se extraen los aceites esenciales, actividad que determina su grado de pureza.

El alto valor del índice de saponificación informado muestra que el aceite es un triglicérido normal y es muy útil en la producción de jabón y champú lo que hace sugerir su posible uso en jabones y cosméticos, para lo cual se exige un valor mínimo índice de saponificación de 185. El pH mostró resultados similares a los resultados de otros investigadores y se encuentran dentro los rangos exigidos por el Codex Alimentarius.⁽²¹⁾

El índice de acidez obtenido es superior al valor máximo permitido para aceites prensados en frío según el Codex Alimentarius (4,0 mg de KOH/g de aceite). Resultado similar al obtenido por Romero ⁽¹⁵⁾ y Chauca.⁽¹⁷⁾ Teniendo en cuenta que el índice de acidez mide la cantidad de ácidos grasos libres que son los causantes de la degradación del aceite, este resultado hace prever un efecto de actividad enzimática lipásica sobre los triglicéridos que favorezca su descomposición.

El índice de yodo corrobora la presencia de insaturaciones en los componentes del aceite; los resultados (<100) señalan también que el aceite es tipo no secante.

Los valores de los parámetros de calidad del aceite de Neem de árboles localizados en Guantánamo demuestran que este aceite podría constituir una alternativa en la sustitución de aceites vegetales importados de uso industrial, aunque con previos procesos de refinación.

Conclusiones

El aceite extraído por prensado en frío de las semillas de *Azadirachta indica* A. Juss (Neem), de árboles cultivados en Guantánamo, cumple con la normativa establecida para el control de calidad de aceites vegetales y grasas, en cuanto

a densidad, pH, índice de refracción, índice de yodo e índice de saponificación así podría constituir una alternativa para sustituir a otros aceites importados.

El índice de acidez está por encima del valor máximo exigidos por el Códex por lo que requiere un proceso de refinación previo a su comercialización.

Las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal lo perfilan como una materia prima potencial disponible para la industria del jabón.

Referencias bibliográficas

1. SALDAÑA ÁLVAREZ, Ligia. Impacto ambiental del árbol de Neem *Azadirachta indica* A. Juss en el Sur de Sonora.1999. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/569778/SaldanaAlvarez_TesisMaestria.pdf?sequence=11&isAllowed=y
2. ARIAS, Daniel, *et al.* Determinación del Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de Neem (*Azadirachta Indica*). *Revista Ingeniería UC*, 2009, **16**(3), p. 22-26. [en línea]. [Consultado: 1 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/707/70717551004.pdf>.
3. BISWAS, Kausik, *et al.* Actividades biológicas y propiedades medicinales del Neem (*Azadirachta indica*). *Ciencia actual*, 2002, p. 1336-1345. [en línea]. [Consultado: 8 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repository.ias.ac.in/5193/1/305.pdf%20>
4. ANGULO-ESCALANTE, Miguel A., *et al.* Contenido de azadiractina A en semillas de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) colectadas en Sinaloa, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 2004, **27**(4), p. 305-305. [en línea]. [Consultado: 15 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/download/1175/1115>
5. GOVINDACHARI, TR, *et al.* Identificación de compuestos antifúngicos del aceite de semilla de *Azadirachta indica*. *Phytoparasitica*, 1998, **26**(2), pág. 109-116. [en línea]. [Consultado: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/bf02980677>

6. CÁRDENAS, W. Obtención de aceite de semillas de Neem (*Azadirachta indica*), mediante el método de prensado en frío para determinar su concentración en azadiractina. 2017, 12893, p. 1162. [en línea]. [Consultado: 23 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500>
7. MARTÍNEZ, Maritza, et al. Parámetros de calidad del Aceite de las Semillas de *Azadirachta indica* (neem). *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 2016, vol. 47, p. 70-74. [en línea]. [Consultado: 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1816/181648522018>
8. VÉLIZ JAIME, Marlys Yanelys; GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith. Evaluación técnico-económica para la obtención de aceites esenciales y su impacto en el medioambiente. *Ciencia en su PC*. [en línea]. 2017, núm. 4, octubre-diciembre. 103-115. [Consultado: 28 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794008>. ISSN: 1027-2887.
9. FALASCA, Silvia L.; BERNABÉ, María A. El árbol del Neem: ¿aceite para Biodiesel o para Bioinsectida?. 2010. [en línea]. [Consultado: 23 de febrero de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Falasca-2/publication/266461684_El_arbol_del_Neem_aceite_para_Biodiesel_o_para_Bioinsectida/links/553c4d650cf29b5ee4b8948f/El-arbol-del-Neem-aceite-para-Biodiesel-o-para-Bioinsectida.pdf
10. VÉLIZ-JAIME, Marlys, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yudith. Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *Tecnología Química*. [en línea]. 2019. **39**(1). 208-220. [Consultado: 21 de marzo de 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000100207&lng=es&nrm=iso. ISSN 2224-6185.
11. GUERRA-MALDONADO, Giorvys. El aceite de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología*. [en línea]. 2021, **25**(1), p. 122-129. [Consultado: 13 de abril de 2023]. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/441/4412169016/4412169016.pdf>
12. GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith; VÉLIZ-JAIME, Marlys Yanelis. Extracción y caracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos

agroindustriales. *Tecnología Química*, [en línea]. 2020, **40**(3), p. 488-501. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000300488&script=sci_arttext&tlng=en

13. ICONTEC. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable, NORMA TECNICA COLOMBIANA. NTC 4623. Bogotá, D. C. ICONTEC 1999. [en línea]. [Consultado: 22 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/344404433/NTC4623-PRODUCTOS-DE-FRUTAS-Y-VERDURAS-DETERMINACION-DE-LA-ACIDEZ-TITULABLE-pdf>.

14. SECRETARIA DE ECONOMÍA. Alimentos – Aceites y grasas vegetales o animales – Determinación del índice de saponificación– Método de prueba. NORMATIVIDAD MEXICANA. NMX-F-174-SCFI-2014. Estados Unidos Mejjicanos. 2014. [en línea]. [Consultado: 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://aniame.com/mx/wp-content/uploads/Normatividad/CTNNIAGS/NMX-F-174-SCFI-2014.pdf>.

15. ROMERO, Carlos; VARGAS, Maritza. Extracción del aceite de la semilla de neem (*Azadirachta indica*). *Ciencia*. [en línea], 2011, **13**(4). [Consultado: 21 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://scholar.archive.org/work/o24fca4tpbcvrkavey5l57yq/access/wayback/http://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/viewFile/9288/9276>

16. BHANDARE, Prithviraj; NAIK, GR Propiedades funcionales del aceite de neem como materia prima potencial para la producción de biodiesel. *Cartas Internacionales de Ciencias Naturales*, [en línea], 2015, **7**, [Consultado: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element/agro-f1825fa6-797b-40d9-ae65-b70822cb4dea/c/ILNS-7-2015-7-14.pdf>

17. CHAUCCA RIVERA, Karina. Extracción y caracterización del aceite esencial de nim (*Azadirachta indica* A. JUSS) por lixiviación a partir de las semillas para su uso en repelentes de la zona Kurt Beer Piura. 2019. [Consultado: 10 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2520/IQUI-CHA-RIV-2019.pdf?sequence=1>

18. CHAUDHARI, AB, et al. Síntesis, caracterización y aplicación de recubrimientos de poliuretanos basados en amidas grasas (AIJFA) de *Azadirachta indica* juss (aceite de neem): un nuevo enfoque renovable. *Avances en recubrimientos orgánicos*, [en línea], 2013, **76**(12), pp. 1779-1785. [Consultado: 2 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300944013001355>
19. MONTAÑEZ, L. *Desarrollo de un Bioinsecticida a partir de la Azadiractina presente en el aceite de neem (Azadirachta Índica)*. Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela, 2005. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5711/cgonzalez.pdf?sequence=1>
20. CÁRDENAS, Malca. W. A. *Obtención de semillas de neem (Azadirachta indica), mediante el método de prensado en frío para determinar su concentración en Azadiractina*. Tesis pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque. Perú. 2017 [Consultado: 2 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.50012893/1162>
21. ALIMENTARIUS, Codex. Codex standard for named vegetable oils. Codex Stan, 1999, 210, p. 1-13. <https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100729/180/11294206.pdf>

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Mary Tania Barceló-López: toma de muestra, proceso experimental y elaboración del informe final.

Yudith González-Díaz: revisión y corrección del informe final.

David Cambara-González: realización de determinaciones experimentales.