

Caracterización química de suelos de uso agrícola en una unidad de producción agroalimentaria de Moa

Chemical characterization of soils for agricultural land at an agri-food production sector in Moa municipality

Yaimaris Reyes-Cabrera¹, Yanet Borges-Terrero^{2*}, Naisma Hernández-Jatib²,
Suraymi García-Cruz², Juan Alejandro Villazón-Gómez³

¹Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín, Velasco, Holguín, Cuba.

²Universidad de Moa, Holguín, Cuba.

³Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.

*Autor para la correspondencia: yborgest@ismm.edu.cu

Resumen

Se evaluaron desde el punto de vista químico los suelos de uso agrícola en la Unidad Básica de Producción (UBP) agroalimentaria "Los Pinos", en la localidad de Centeno del municipio de Moa. El muestreo se realizó a profundidades de 20 cm y 40 cm; se conformaron cuatro muestras a partir de la mezcla de 15 sub-muestras tomadas en zig-zag en cada área de cultivo. Por el método electrométrico se determinó el pH; por espectrofotometría de absorción atómica, el contenido de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ y N⁺. El resultado evidenció que los suelos de esta unidad son ácidos y que el exceso de Mg desplaza las relaciones Ca/Mg y K/Mg a valores inferiores al mínimo aceptable. Además, los elementos mayoritarios Ca²⁺, K⁺, Na⁺ y N⁺ clasifican como muy pobres a la vez que los minoritarios están por encima de los valores admisibles, todo lo cual influye negativamente en el buen desarrollo de las plantas. Por ello se propone un plan de medidas para elevar la baja fertilidad natural de estos suelos.

Palabras clave: suelo; fertilidad; agricultura; producción agrícola.

Abstract

Agricultural soils at Los Pinos Basic Production Unit were chemically evaluated from Centeno Moa municipality. Sampling was carried out at depths of 20 cm and 40 cm; four samples were formed from the mix of 15 sub-samples taken in a zigzag pattern in each growing area. The pH was determined by the electrometric method; by atomic, the content of Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ and N^+ by absorption spectrophotometry. The result showed that soils of this unit are acidic and the excess of Mg shifts the Ca/Mg and K/Mg ratios to values lower than the minimum acceptable. Furthermore, Ca^{2+} , K^+ , Na^+ and N^+ are the major elements and classified as very poor, while minority elements are above the admissible values, all of which negatively influences the proper development of plants. This led to proposing a plan of measures to increase the low natural fertility of these soils.

Keywords: soil; fertility; agriculture; agricultural production.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural no renovable, su formación y restablecimiento es lento, es un componente necesario para la actividad agrícola, ya que provee de nutrientes, agua y sostén a los cultivos; además, intercede en los ciclos del agua, nitrógeno, carbono, fósforo, etc. (Ferrerías *et al.* 2015).

El manejo en los sistemas de explotación agropecuaria para la obtención de productos agrícolas es un factor que favorece el deterioro de las propiedades químicas de los suelos, afectándose su fertilidad y la disminución de la productividad de cultivos (Rodríguez *et al.* 2020).

El deterioro del suelo ocurre por múltiples consecuencias, entre las cuales se encuentra la pérdida de nutrientes, directamente, la que se debe al agua que se filtra hacia las capas más profundas o arrastrado por las escorrentías, o también de forma indirecta, cuando es erosionado por materiales que los pueden fijarlos (Suquilanda 2008; Rodríguez-Delgado, Pérez-Iglesias y García-Batista 2022).

Hoy en día, los problemas ecológicos en el suelo por el agotamiento de sus recursos naturales y fertilidad están acompañados de las tecnologías convencionales aplicadas. Las razones económicas y ecológicas que se han derivado de esta problemática han originado la necesidad de búsqueda urgente de alternativas de fertilizantes orgánicos, como residuos de café, cachaza, desechos animales, compost, minerales autóctonos y naturales (roca fosfórica, dolomita, zeolita) los cuales pueden contener nutrientes primarios como el P, K, Mg y S, entre otros (Muñiz 2015).

Algunos autores (Marin 2001; Crespo 2004; Ascanio y Hernández 2005 y Jamoy 2011) consideran la combinación armónica y racional de las sustancias orgánicas y fertilizantes químicos como favorecedores de las necesidades de nutrientes del suelo y, por ende, mejoradores estructurales de este.

Al nivel nacional los suelos ferralíticos constituyen un gran potencial agrícola (Pérez-Jiménez, Hernández-Jiménez y Bosch-Infante 2010) y han sido objeto de varios estudios (Alonso 1997; Ellis y Ramankutty 2008; Hernández-Jiménez *et al.* 2019). Sin embargo, en los últimos años el manejo a que han sido sometidos ha producido afectaciones en sus propiedades físico-químicas trayendo consigo disminuciones significativas en los rendimientos de los cultivos.

Los suelos del tipo ferralítico rojos desarrollados sobre macizos de rocas ultrabásicas serpentinizadas, con alteración casi completa de los minerales primarios, poseen elevado contenido de Fe_2O_3 , generalmente mayor del 30 % pudiendo llegar hasta 70 %. Son profundos, de baja fertilidad, buen drenaje interno, gran percolación del agua y muy friables. Presentan, además, coloides formados principalmente por óxidos de hierro, como en el caso del área objeto de estudio (Pérez-Jiménez, Hernández-Jiménez y Bosch-Infante 2010).

La faja más extensa de los suelos ferralíticos de Cuba se encuentra en la región NE de las provincias orientales. En esta zona se enclavan los yacimientos niquelíferos más importantes del país, el laboreo a cielo abierto de los cuales provoca una grave alteración al medio circundante. Estos suelos, de por sí pobres, sufren una acelerada degradación debido a que la eliminación de la cubierta vegetal incrementa el lavado y la erosión a que están expuestos por el intenso régimen de lluvias característico de esta zona (Hernández-Jiménez *et al.* 2019).

Los suelos lateríticos, específicamente de la región de Moa, poseen altos contenidos de magnesio, bajos niveles de calcio y contenido de potasio muy bajo, así como de fósforo y nitrógeno que representan los factores más limitantes para el crecimiento de las plantas. Tienen, además, grandes limitaciones para el uso agrícola por su acidez, ya que los valores de pH, generalmente, son inferiores a 6,8 (Borges 2018).

Otro elemento característico es la estructura con agregados finos o muy finos, microagregados redondeados, así como los factores limitantes entre los que se pueden mencionar: erosión potencial, actual y moderada, horizonte B compactado y arcilloso en algunos casos, fuerte deficiencia de fósforo, potasio y calcio para los dasaturados y de nitrógeno, fósforo y potasio para los saturados.

Los indicadores físicos, químicos, bioquímicos y biológicos determinan la calidad del suelo con propósitos agrícolas, la mayoría de los estudios coinciden en que la materia orgánica (MO) es un indicador que indudablemente posee la influencia más significativa sobre la calidad del suelo, su productividad y sostenibilidad agronómica (Sánchez 2011). Vale aclarar que en el presente estudio no se tuvo en cuenta la presencia de MO para determinar la calidad del suelo.

La UBP agroalimentaria "Los Pinos", única de su tipo en el municipio, se encarga de las producciones de especies vegetales medicinales para la confección de jarabes y medicamentos naturales destinados a la salud pública. Produce también cultivos varios que se suministran al hospital materno y a los círculos infantiles de la localidad, sin embargo, esta unidad reporta bajas producciones sostenidas en el tiempo, lo cual podría estar condicionado por las características físico-químicas de sus suelos. No se tiene referencia de investigaciones que evalúen la composición de estos suelos, de manera que permita aplicar medidas para mejorar sus producciones.

Por lo antes expuesto, se acometió un estudio con el objetivo de determinar la relación existente entre la baja productividad de los suelos para uso agrícola en la UBP agroalimentaria "Los Pinos" (Centeno, Moa) y los valores de los componentes químicos que intervienen en la fertilidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La UBP agroalimentaria "Los Pinos" limita al norte con la carretera central Moa-Sagua de Tánamo, al sur con la mina de la empresa niquelera Pedro Sotto Alba, al este con el poblado de Cabañas y al oeste con el poblado que da nombre a la UBP.

La investigación se desarrolló en tres etapas: 1) Trabajo de campo; 2) Análisis de laboratorio y 3) Procesamiento de la información.

1) Trabajo de campo

Tuvo por objetivo describir en el terreno los procesos geológicos. Se realizaron muestreos e identificaron los impactos fundamentales de la actividad antrópica sobre el medio, mediante las siguientes tareas:

- Realización de marchas de reconocimiento para la descripción geológica y puntos de muestreo.
- Toma de muestras de suelo para realizar los análisis de laboratorios.

El muestreo se realizó a dos profundidades: 20 cm y 40 cm. Se conformaron cuatro muestras para el análisis, resultantes de la mezcla de 15 muestras tomadas en zig-zag en cada una de las áreas de cultivo de la UBP. Se

identificaron mediante las letras V y M. La primera letra corresponde a las áreas de producción de viandas y la segunda a las de producción de plantas medicinales. Los números 20 y 40 indican la profundidad a la que se realizó el muestreo.

Preparación de las muestras

Las muestras se enviaron al laboratorio químico del Centro de Investigación del níquel de Moa (CEDINIQ) donde se prepararon mediante el procedimiento siguiente:

- Secado: se extiende la muestra formando una capa de grosor no superior a 15 mm en bandeja que no absorba humedad ni produzca contaminación. El secado debe proseguirse hasta que la pérdida de masa de la muestra de suelo no sea mayor de un 5 % en 24 h; todo este proceso se realizó al aire libre.
- Trituración y eliminación de materiales gruesos: Una vez seca la muestra de suelo hasta formar terrones, se llevó a cabo el proceso de trituración. La muestra se redujo hasta un tamaño de partícula inferior a 2 mm.
- Homogenización: la muestra se homogenizó nuevamente para evitar que se produjese la segregación de las partículas de diferentes tamaños.

2) Análisis de laboratorio

Se determinó el pH por el método electrométrico; por medio de espectrofotometría de absorción atómica se determinaron los elementos: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P^+ , N^+ .

3) Procesamiento de la información

Los resultados del laboratorio se compararon con los datos referenciales de la FAO (2012) recogidos en las Tablas 1, 2 y 3. Toda la información se procesó mediante herramientas de Office 2010.

Tabla 1. Calificación del pH del suelo (FAO 2012)

Valores	Clasificación
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico

7,9 – 8,4	Básico
8,5 – 9	Ligeramente alcalino
9,1 – 10	Alcalino
> 10	Fuertemente alcalino

Tabla 2. Interpretación de análisis de nitrógeno total (%) según FAO (2012)

Nitrógeno %	Clasificación
0 – 0,10	Muy pobre
0,10 – 0,15	Pobre
0,15 – 0,25	Medio
0,25 – 0,30	Rico
< 0,30	Muy rico

Tabla 3. Clasificación del contenido (en %) de fósforo, potasio, calcio y magnesio, según FAO (2012)

Clasificación	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %
Bajo	0 – 0,12	0 – 0,12	0 – 2,51	0 – 0,4
Medio	0,12 – 0,30	0,12 – 0,30	2,51 – 6,0	0,4 – 0,8
Alto	< 0,30	< 0,30	< 6,0	< 0,8

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH de los suelos del área de estudio osciló entre 5,56 y 6,50 por lo que clasifican como ácidos, variando desde ligeramente ácidos hasta fuertemente ácidos (Tabla 4). Estos resultados infieren que la acidez de los suelos puede estar influenciada por los altos valores de óxido de hierro y aluminio, así como por la fuerte lixiviación de las bases intercambiables. A ello hay que agregar que las abundantes precipitaciones superiores a los 1600 mm anuales que afectan estas áreas y el tipo de relieve favorecen el lavado de bases de los suelos (lixiviación), lo que ocasiona que los elementos alcalinos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , P^+ y K^+), sean reemplazados por iones de hidrógeno (H^+).

El pH ácido trae como consecuencia efectos negativos para la fertilidad del suelo. A medida que este se haga más ácido aparecerán en más cuantía elementos antagónicos (Al^{3+} , Mn^{4+} y Fe^{3+}) a los nutrientes primarios (K^+ , P^+ , N^+) lo que hará menos eficiente el uso de los fertilizantes, quienes, además de ser tóxicos para el cultivo y desfavorables para el desarrollo radicular de las plantas, en ellos se ve reducida la actividad microbiana (FAO 2012).

Tabla 4. Clasificación de los suelos según pH

No	Muestras	pH	Clasificación del suelo
----	----------	----	-------------------------

1	V20	5,93	Medianamente ácido
2	V40	5,56	Fuertemente ácido
3	M20	6,06	Medianamente ácido
4	M40	6,50	Ligeramente ácido

Los valores de nitrógeno, fósforo y potasio constituyen la composición del abono natural (Tabla 5). En caso de existir déficit de alguno de estos elementos, o encontrarse en porcentajes bajos, puede considerarse desde el punto de vista químico como un suelo infértil (Yakabi 2014).

Tabla 5. Clasificación de las muestras según contenido de nitrógeno, fósforo y potasio

Muestras	N %	Clasif.	P %	Clasif.	K %	Clasif.
V20	0,022	Muy pobre	0,04	Bajo	0,01	Bajo
V40	0,048	Muy pobre	0,049	Bajo	0,01	Bajo
M20	0,043	Muy pobre	0,041	Bajo	0,01	Bajo
M40	0,034	Muy pobre	0,043	Bajo	0,01	Bajo

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), contenidos de nitrógeno entre 0 % y 0,1 % clasifican como muy pobres. En los suelos bajo estudio el nitrógeno varió entre 0,022 % y 0,048 %. Los bajos niveles de nitrógeno van en detrimento del desarrollo de las plantas; este elemento se considera un factor de crecimiento por su importancia en la formación de los aminoácidos, proteínas y enzimas.

El fósforo, después del nitrógeno, es el macronutriente que limita el rendimiento de los cultivos. Interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, contribuye al desarrollo de las raíces, las plántulas y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. Los valores de fósforo variaron entre 0,04 % y 0,049 %, clasificando los suelos como de bajo contenido según los parámetros establecidos por la FAO.

Son suelos con bajo contenido de potasio, según la FAO, aquellos cuyo contenido de este elemento oscila entre 0 % y 0,12 %. En las cuatro muestras analizadas el porcentaje de potasio fue de 0,01 lo cual indica que el contenido de este elemento es bajo. El potasio juega un papel múltiple, ya que mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; y promueve la síntesis de lignina. Interviene, además, en la maduración, fructificación y calidad de los frutos.

En la Tabla 6 se muestra que los valores de magnesio varían entre 0,7 % y 1,1 %, lo que permite clasificar tres muestras como de alto contenido de este elemento, y una como de contenido medio. Los suelos con exceso de

magnesio pueden corregirse mediante el empleo de sulfato de calcio y/o la adición de fertilizantes potásicos.

Los resultados de laboratorio para las cuatro muestras clasifican los suelos con bajo contenido de calcio. Este elemento interviene en la estimulación del desarrollo de las raíces y de las hojas y ayuda a reducir el nitrato en las plantas. Influye también indirectamente en el rendimiento al reducir la acidez del suelo, la solubilidad y toxicidad de manganeso, cobre y aluminio y es requerido en grandes cantidades por las bacterias fijadoras de nitrógeno (Tabla 6).

Tabla 6. Clasificación en muestras de suelo de la UBP "Los Pinos" según contenido del calcio y magnesio

Muestras	Ca %	Comportamiento	Mg %	Comportamiento
V20	1,3	Bajo	1,1	Alto
V40	0,87	Bajo	0,7	Medio
M20	1,3	Bajo	1,02	Alto
M40	1,8	Bajo	1,04	Alto

Se puede observar una preponderancia del Mg^{2+} , lo que desplaza las relaciones Ca^{2+}/Mg^{2+} hacia valores fuera del rango del correcto balance nutricional, encontrándose dentro de los intervalos reportados para este tipo de suelo en Cuba (FAO 2012).

El contenido de micronutrientes (Tabla 7) reflejó que los valores de molibdeno para las muestras V20, V40 y M20 están por encima de los valores admisibles, no siendo así en la muestra M40; los valores de cobre oscilaron entre 0,006 % y 0,008 % estando por encima de los valores establecidos por la FAO en el año 2012; lo mismo sucede con los valores de hierro y manganeso. El contenido de zinc (0,005 %) se encuentra dentro del rango admisible.

Tabla 7. Contenidos de micronutrientes en muestras de suelo de la UBP "Los Pinos"

Muestras	Mo	Co	Fe	Mn	Zn
V20	0,006	0,008	33,2	3,12	0,001
V40	0,004	0,007	31,7	1,74	0,001
M20	0,003	0,006	30,2	1,58	0,001
M40	0,002	0,006	30,5	1,11	0,001
Valores admisibles %	0,002	0,003	3,80	0,06	0,005

A raíz de los resultados del estudio se decidió proponer el siguiente plan de acciones:

- a. Incorporación de materia orgánica, bien descompuesta previo a la siembra o con tres meses de anticipación para facilitar su descomposición, los materiales a utilizar pueden ser el estiércol de ganado vacuno o de aves de corral.
- b. Fertilización química: reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados del análisis químico de suelo. La dosis de nutrientes debe ser parcelada; es decir, aplicada por lo menos en dos oportunidades con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización.
- c. Proveer cobertura muerta: mantener sobre la superficie del suelo restos de hojas, tallos y raíces, principalmente en los meses lluviosos al presentarse en esta temporada un alto índice de erosividad.
- d. Corrección de la acidez del suelo: los resultados del pH de las muestras de suelos indican que la parcela 2 clasifica como suelos fuertemente ácidos, donde la aplicación de cal agrícola ayudaría a reducir la acidez de estos. Esta enmienda debe ser aplicada por lo menos tres meses antes de la siembra.
- e. Rotación de cultivos: en principio, las rotaciones de cultivos se utilizan para conservar y mantener la fertilidad del suelo, proponiéndose comenzar con las leguminosas para aportar nitrógeno a los cultivos siguientes.

4. CONCLUSIONES

- Los suelos de la UBP agroalimentaria "Los Pinos", según su pH, se clasifican como suelos ácidos.
- Existe en estos un exceso de magnesio que desplaza las relaciones $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ y $\text{K}^{+}/\text{Mg}^{2+}$ a valores muy por debajo del mínimo aceptable para un buen desarrollo de las plantas.
- El contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio se encuentra en niveles críticos, lo que evidencia la baja fertilidad natural de estos suelos.
- El contenido de los elementos minoritarios (molibdeno, cobre, hierro y manganeso) están por encima de los valores admisibles, lo que refleja la necesidad de adoptar las medidas propuestas para contrarrestar la baja fertilidad natural de estos suelos.

5. REFERENCIAS

Ascanio, M. O. y Hernández, A. 2005: Global change in the benchmark soils of the sugar-cane agroecosystems representative of Veracruz and Oaxaca

- States, México. En: International Conference of Global Soil Change. Instituto de Geología, UNAM, México. 25 p.
- Borges, Y. 2018: Evaluación de los suelos de uso agropecuario en la UBPC Antonio Maceo, Moa, Cuba. *REDVET*, 19(4): 1-16. Consultado: 25/02/2023. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418.html>.
- Crespo, G. 2004: Comportamiento y perspectivas de los métodos de evaluación y control de la fertilidad de los suelos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(3): 227-234.
- Ellis, E. C. and Ramankutty, N. 2008: Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Front Ecol Environ*, 6: 439-447.
- FAO. 2012: Agricultura. La subnutrición en el mundo en el 2012. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. En: 2012 of Conference, p. 8-14. Consultado: 25/02/2023. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am859s/am859s01.pdf>.
- Ferreras, L.; Toresani, S.; Faggioli, V. y Galarza, C. 2015: Sensibilidad de indicadores biológicos edáficos en un Argiudol de la Región Pampeana argentina. *Spanish Journal of Soil Science*, 5(3): 220-235.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. y Speck, N. C. 2019: La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1): e15. Consultado: 14/03/2023. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000100015&lng=es&tlng=es
- Jamoy, D. 2011: *Propuesta de indicadores de calidad edafológicos para valorar la influencia de los sistemas productivos sobre algunas propiedades físicas-químicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero colombiano*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Marin, R. 1991: Suelos de Referencia fuertemente meteorizados de las regiones central y noreste. Soil Brief Cuba 3. INICA, Havana and ISRIC, Wageningen.
- Muñiz, O. 2015: 50 Aniversario del Instituto de suelos de Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 5(2): 9.
- Pérez-Jiménez, J. M.; Hernández-Jiménez, J. M. y Bosch-Infante, D. 2010: Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Mesa redonda impartida durante el VII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. La Habana.
- Rodríguez-Delgado, I.; Pérez-Iglesias, H. I.; García-Batista, R. M. y Quezada-Mosquera, A. J. 2020: Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5): 389-398.

- Rodríguez-Delgado, I.; Pérez-Iglesias, H. I. y García-Batista, R. M. 2022: Comportamiento de algunas propiedades químicas de un suelo del orden Inceptisol en los cultivos de maíz y cacao. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2): 45-50.
- Sánchez, S. 2011: Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, 34(4): 12.
- Suquilanda, M. 2008: El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola. En: XI Congreso Ecuatoriano de La Ciencia Del Suelo. Consultado: 14/03/2023. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.pdf>
- Yakabi, K. 2014: *Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina, San Pedro de Laraos, provincia de Huarochirí, Lima*. Tesis de grado. Universidad Católica del Perú.

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de autores

YRC: Análisis y recopilación de la información y metodologías empleadas para evaluar la calidad de los suelos. Trabajos de muestreo. Preparación de las muestras. Redacción del manuscrito. Discusión y análisis de los resultados. YBT: Análisis y recopilación de la información y metodologías empleadas para evaluar la calidad de los suelos. Trabajos de muestreo. Preparación de las muestras. Redacción del manuscrito. Discusión y análisis de los resultados. Revisión final y aprobación de la versión final. NHJ: Trabajos de muestreo. Preparación de las muestras. Redacción del manuscrito. Discusión y análisis de los resultados. Revisión final y aprobación de la versión final. SGC: Trabajos de muestreo. Preparación de las muestras. Redacción del manuscrito. Discusión y análisis de los resultados. JAVG: Redacción y revisión del manuscrito. Discusión y análisis de los resultados.

ORCID

YRC, <https://orcid.org/0009-0002-3552-1714>
YBT, <https://orcid.org/0000-0003-0920-7801>
NHJ, <https://orcid.org/0000-0002-5339-0079>
SGC, <https://orcid.org/0000-0003-0051-9841>
JAVG, <https://orcid.org/0000-0002-2436-0591>

Recibido: 19/11/2022

Aceptado: 12/02/2023