

Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales

Preliminary analysis of secondary metabolites in mixed powders of leaves of medicinal plants

Dairon Más Toro, Yordan Martínez Aguilar, Román Rodríguez Bertot, Guillermo Pupo Torres, Osmani Rosabal Nava, Carlos Olmo González

Universidad de Granma. Granma, Cuba.

RESUMEN

Introducción: el tamizaje fitoquímico de una planta brinda una percepción sobre los posibles beneficios medicinales; la literatura refiere información de esta determinación en las hojas de *Anacardium occidentale* L., *Psidium guajava* L., *Morinda citrifolia* L. y *Moringa oleifera* Lam. , no obstante, en cuanto al polvo mixto de sus hojas no se encontró información disponible.

Objetivo: determinar los metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico a los polvos mixtos de hojas de *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia* y *M. oleifera*.

Métodos: se recolectaron las hojas de las plantas en estudio, estas se deshidrataron a temperatura ambiente y artificial, seguidamente se trituraron a 1 mm de tamaño de partículas. Para la elaboración de las muestras se tomó el polvo seco obtenido de las hojas y se mezcló en cinco proporciones. Luego, se realizó el tamizaje fitoquímico a los extractos hidro-alcohólicos obtenidos de las muestras.

Resultados: el tamizaje fitoquímico de los polvos mixtos no detectó resinas, ni flavonoides, excepto en la muestra 4, que se observó este último metabolito. Las quinonas abundan en todas las muestras, excepto en el ensayo 1, que se detectó poca presencia. Además, las proporciones 1, 2 y 3 presentaron saponinas y los alcaloides se identificaron en las muestras 1, 4 y 5, así como, las coumarinas se observaron en las muestras con mayores proporciones de las plantas individuales. Los otros metabolitos secundarios se detectaron con baja presencia en todas las mezclas.

Conclusiones: de acuerdo al análisis preliminar de los metabolitos secundarios de los polvos mixtos de hojas de *P. guajava*, *A. occidentale*, *M. oleifera* y *M. citrifolia*, se sugiere el estudio de estas mezclas medicinales como aditivo fitoquímico en las dietas de los animales, como primer estudio biológico.

Palabras clave: hoja; polvo mixto; tamizaje fitoquímico; metabolito secundario; *Anacardium occidentale* L.; *Psidium guajava* L.; *Morinda citrifolia* L. y *Moringa oleifera* Lam.

ABSTRACT

Introduction: Phytochemical screening of a plant provides insight into its potential medicinal uses. Phytochemical data about the leaves of *Anacardium occidentale* L., *Psidium guajava* L., *Morinda citrifolia* L. and *Moringa oleifera* Lam. may be found in the literature. However, no information was found about the mixed powder of these leaves.

Objective: Perform phytochemical screening of mixed powders of leaves of *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia* and *M. oleifera* to determine their secondary metabolites.

Methods: Leaves of the study plants were collected, dehydrated at ambient and room temperature and crushed to 1 mm particles. The study samples were formed by mixing the dry powder from the leaves at five proportions. Phytochemical screening was then conducted of the hydroalcoholic extracts obtained from the samples.

Results: Phytochemical screening of the mixed powders did not detect any resins or flavonoids, except in sample 4, where the latter metabolite was found. Quinones are abundant in all samples, except for assay 1, where they were scant. Proportions 1, 2 and 3 contained saponins; alkaloids were identified in samples 1, 4 and 5; and coumarines were found in the samples with greater proportions of individual plants. The remaining secondary metabolites had a low presence in all the mixtures.

Conclusions: Based on the preliminary analysis of secondary metabolites in mixed powders of leaves of *P. guajava*, *A. occidentale*, *M. oleifera* and *M. citrifolia*, it is suggested to study these medicinal mixtures as phytochemical additives in animal feed as a first biological study.

Keywords: leaf; mixed powder; phytochemical screening; secondary metabolite; *Anacardium occidentale* L.; *Psidium guajava* L.; *Morinda citrifolia* L.; *Moringa oleifera* Lam.

INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales son unas de las alternativas más utilizadas por la humanidad a lo largo del periodo evolutivo, por sus propiedades preventivas y curativas contra enfermedades. Aunque, algunos profesionales de la salud discrepan su empleo, sobre todo en países industrializados.^{1,2} Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce el papel de las plantas medicinales e identifica más de 119 sustancias químicas pertenecientes a 60 familias.^{3,4}

En la medicina veterinaria actual, las investigaciones destinadas a obtener nuevos aditivos promotores del crecimiento alcanzan cada día más desarrollo, a raíz de la prohibición de los antibióticos dietéticos en Europa y otras partes del mundo.^{5,6} Los

aditivos de plantas se consideran una alternativa para sustituir los antibióticos, por la seguridad de su inclusión y su nula residualidad.^{7,8}

Asimismo, las plantas medicinales y sus principios activos han sido estudiadas de forma íntegra para simplificar su análisis y comprensión, se ha comprobado que su empleo dietético estimula el sistema inmune, aumenta los indicadores productivos, mejora la salud intestinal y disminuye la incidencia del síndrome diarreico en animales de granja.^{7,9}

Moringa oleifera Lam. es un árbol originario del sub Himalaya, pertenece a la familia de las *Moringaceae*, se encuentra distribuida en todo el mundo, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales. Las hojas de esta planta han sido utilizadas en el tratamiento de enfermedades infecciosas, inflamatorias, desordenes gastrointestinales, hematológicas y cardiovasculares.¹⁰⁻¹²

Psidium guajava L. (guayaba) es un árbol nativo de América tropical. Sus hojas y corteza son utilizadas como fitopreparados en animales y humanos, por sus propiedades antibacterianas, antieméticas, antiinflamatorias, antihelmínticas, antisépticas, antitóxicas, astringentes, carminativas, espasmódicas y tónicas.¹³

Anacardium occidentale L. (marañón) es un árbol tropical de crecimiento rápido originado en América del Sur. Diversos estudios en las hojas de esta planta han referido propiedades antiinflamatorias, antibacterianas, analgésicas, anticoagulantes, antiespasmódicas y astringentes.^{9,14}

Morinda citrifolia L. (noni) es una planta tropical originaria de la India, pertenece a la familia de las *Rubiaceae*. Esta planta posee propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas, antitumorales, antihelmínticas, analgésicas, antiinflamatorias, hipotensoras e inmunoestimulantes.^{15,16}

Por otro lado, investigaciones realizadas han demostrado que las combinaciones de polvos de hojas de plantas medicinales pueden mostrar un mejor efecto biológico que una planta medicinal individual, relacionado a la sinergia y aprovechamiento de los principios activos de las plantas. En este sentido, la adición dietética de polvos mixtos ha beneficiado los indicadores productivos y de salud en los cerdos, aves y ratones de laboratorio.⁹

A pesar de las propiedades preventivas y curativas de las cuatro plantas medicinales antes mencionadas, para nuestro conocimiento, no se han reportado investigaciones del tamizaje fitoquímico del polvo mixto de sus hojas. El objetivo de este trabajo fue determinar los metabolitos secundarios mediante un tamizaje fitoquímico al polvo mixto de hojas de *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia* y *M. oleifera*.

MÉTODOS

Toma y preparación de las muestras

El experimento se realizó en el Centro de Estudios de Química Aplicada (CEQA) de la Facultad de Ciencias Técnicas, perteneciente a la Universidad de Granma, Cuba.

Se recolectaron las hojas de *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia*, y *M. oleifera* en las zonas periurbanas del municipio Bayamo, Granma. Las hojas se identificaron y

colocaron en la colección del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Granma. Estos territorios se caracterizan por una topografía llana y suelo pardo con carbonato. Se consideró en la recolección la diversidad del tamaño y la estructura de las hojas.²

Las hojas se deshidrataron durante 7 días a la sombra, sobre planchas de cartón perforadas y se removieron dos veces por día. Seguido se depositaron en una estufa (WSU 400, alemana) con recirculación de aire durante 1 h a 60 °C. Luego se trituraron en un molino de martillo de cuchillas paralelas, a 1 mm de tamaño de partículas. Las muestras se conservaron a temperatura ambiente en frascos ámbar para evitar la descomposición de las sustancias activas por acción de la luz.¹⁷

Para la elaboración de las muestras se mezcló el polvo seco obtenido de las hojas. En la tabla 1 se observan las concentraciones de los polvos secos de las hojas de las plantas utilizadas para la elaboración de cada muestra.

Tabla 1. Mezclas de los polvos secos de las hojas de *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia* y *M. oleifera*

Muestras	Polvo mixto de plantas medicinales			
	<i>A. occidentale</i> (%)	<i>P. guajava</i> (%)	<i>M. citrifolia</i> (%)	<i>M. oleifera</i> (%)
1	25	25	25	25
2	20	40	20	20
3	40	20	20	20
4	20	20	20	40
5	20	20	40	20

Preparación del extracto hidro-alcohólico

Se tomaron los polvos secos obtenidos de las mezclas de las plantas en estudio, luego se pesaron 5 g en una balanza analítica (BS 2202S Sartorius, China) y se adicionaron 50 mL de etanol al 70 % para la elaboración del extracto alcohólico y 50 mL de agua destilada para la obtención del extracto acuoso, seguido se realizó la extracción de forma análoga.

Para la realización de las pruebas se utilizaron tubos de ensayos de 10 cm de largo por 1 cm de diámetro, gradilla, matraz aforado, pipeta de 2 y 10 mL, beaker, matraz de Erlenmeyer, embudo, papel filtro, pinzas, hornilla y un agitador magnético digital IKA RH Basic 1.

Tamizaje fitoquímico

Se emplearon técnicas simples, rápidas y selectivas para la determinación de los diferentes metabolitos secundarios. Se determinó en el extracto hidro-alcohólico los compuestos orgánicos que de acuerdo a su solubilidad podían ser extraídos en estos solventes. El tamizaje fitoquímico se realizó según la metodología descrita por Miranda y Cuellar.¹⁸ Se realizaron los ensayos: Mayer y Wagner (alcaloides), Baljet (coumarinas), Liebermann-Burchard (triterpenos o esteroides), espuma (saponinas), ninhidrina (aminoácidos libres), Fehling (carbohidratos reductores), cloruro férrico (fenoles o taninos), Borntrager (quinonas), Shinoda, (flavonoides),

resinas y antocianinas. Se utilizó el sistema de cruces, como criterio de medida, para la identificación de los metabolitos secundarios.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra que el tamizaje fitoquímico de los polvos mixtos de hojas de *A. occidentale*, *P. guajava*, *M. citrifolia* y *M. oleifera* no presenta resinas, ni flavonoides, excepto en la muestra 4, que se identificó la presencia de este último metabolito.

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico de los polvos mixtos de hojas de *P. guajava*, *A. occidentale*, *M. oleifera* y *M. citrifolia*

Ensayos	Muestras				
	1	2	3	4	5
Resinas	-	-	-	-	-
Tripterpenos y esteroides	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	+	-	-
Aminoácidos libres	+	+	+	+	+
Alcaloides	+	-	-	+	+
Coumarinas	-	++	++	+	+
Carbohidratos reductores	+	+	+	+	+
Fenoles y/o taninos	+	+	+	+	+
Quinonas	+	+++	+++	+++	+++
Flavonoides	-	-	-	+	-
Antocianidinas	+	+	+	+	+

(-) Ausencia (+) Presencia (+++) Abundancia

Por otro lado, las quinonas abundan en todas las muestras (+++), excepto en la mezcla 1, que se detectó poca presencia, mientras que los tripterpenos y esteroides, aminoácidos libres, carbohidratos reductores, fenoles y/o taninos y las antocianidinas tienen poca presencia en todas las mezclas.

Además, las muestras 1, 2 y 3 presentaron saponinas, no obstante, este metabolito no se encontró en las combinaciones 4 y 5. También, los alcaloides se cualificaron en las muestras 1, 4 y 5, pero con ausencias en las muestras 2 y 3. Asimismo, las coumarinas no se observaron en la muestra 1, sin embargo, abundan en las restantes mezclas.

DISCUSIÓN

La presencia de metabolitos secundarios en el polvo mixto de hojas de *P. guajava*, *A. occidentale*, *M. oleifera* y *M. citrifolia* confirma sus propiedades medicinales. Autores^{19,20} plantean que dentro de los compuestos secundarios están

comprendidos los principios activos, los que poseen propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas, antitumorales, antihelmínticas, analgésicas, antiinflamatorias, hipotensoras e inmunoestimulantes.

En este sentido, los compuestos encontrados en las mezclas podrían ser beneficiosos por su efecto fitoestrógeno y capacidad antioxidante, así como influir en la síntesis de eicosanoides, agregación plaquetaria y oxidación de las lipoproteínas de baja densidad, lo que pudiera ser utilizado como fitobiótico en las dietas.^{21,22}

En animales (principalmente no rumiantes), la adición dietética de pequeñas concentraciones de plantas con propiedades medicinales mejora algunos indicadores productivos y de salud.^{15,16} Estudios de Kong y colaboradores^{7,23} utilizando polvos mixtos de plantas medicinales chinas reportaron un incremento de peso vivo y ganancia de peso, así como disminución del síndrome diarreico y mejoras en la exclusión competitiva del tracto gastrointestinal y titulación de anticuerpos en cerdos y aves. Destacar que no se encontraron investigaciones que refieran el uso del polvo de las hojas de plantas medicinales mixta en humanos.

La interacción de las plantas medicinales podría aumentar la sinergia de los metabolitos secundarios, detectados por tamizaje fitoquímico, lo que incrementaría así las propiedades benéficas. Aunque, Rosabal y colaboradores²⁴ no encontraron quinonas en el polvo íntegro de marañón, otros autores confirman la presencia de este metabolito secundario en la guayaba, moringa y noni,^{21,25,26} al parecer las quinonas se detectaron en altas cualificaciones por efecto de las mezclas, como se observó en la tabla 2.

Las quinonas influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor.²² Además, las antocianidinas que están presentes en todos los ensayos, poseen efectos terapéuticos relacionados con propiedades antioxidantes y antidiabéticas, como el control de lípidos, secreción de insulina y efectos vasoprotectores.²⁷

También, las coumarinas que son detectadas principalmente en las muestras 2 y 3, son los segundos metabolitos secundarios predominantes (++) , esto es debido a la inclusión de marañón en las mezclas, ya que esta planta (*A. occidentale*) es rica en coumarinas; estos compuestos son potentes anticoagulantes y bactericidas.²⁸ Asimismo, las saponinas, otro metabolito detectado en las mezclas (muestras 1, 2 y 3), poseen efecto vasoconstrictor, antioxidante, antibacteriano e hipocolesterolémico. La utilización dietética de pequeñas porciones de plantas medicinales ricas en coumarinas y saponinas mejora en la producción y salud animal.^{9,14}

Por otro lado, las resinas no están presentes en ninguna de las mezclas, debido a su insuficiencia en los extractos individuales de las plantas en estudio. La presencia de los flavonoides en la muestra 4 es contradictoria, ya que Olmo y colaboradores²¹ no habían reportado este metabolito en las hojas de moringa, siendo el de mayor proporción en esta muestra. De todas las plantas analizadas, solo la guayaba presenta flavonoides, quizás una mayor proporción de moringa y menor de guayaba provocó una mayor sinergia y cualificación de este metabolito, sin embargo, otros estudios son necesarios para corroborar esta hipótesis.²⁹

Asimismo, los taninos se encuentran en todas las mezclas realizadas, Martínez y colaboradores² plantearon que los taninos tienen propiedades antiinflamatorias y astringentes al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal,

lo que resulta muy efectivos en casos de diarreas o cólicos, además poseen actividad vasoconstrictora y antioxidante.

Destacar, que los niveles de suplementación de los polvos mixtos de las plantas medicinales en las dietas de los animales, dependerá de la especie animal, raza y estirpe, edad, etapa productiva, estado de salud y fin productivo.³⁰

De acuerdo al análisis preliminar de los metabolitos secundarios de los polvos mixtos de hojas de *P. guajava*, *A. occidentale*, *M. oleifera* y *M. citrifolia*, se sugiere el estudio de estas mezclas medicinales como aditivo fitoquímico en las dietas de los animales, como primer estudio biológico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los profesores y trabajadores del Centro de Estudio de Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de la Granma para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morón FJ. ¿Son importantes las plantas medicinales en la actualidad? Rev Cubana Plant Med. 2010 [citado 14 jun 2015]; 15(2): 1-2. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102847962010000200001&lng=es
2. Martínez Y, Martínez O, Olmos E, Siza S, Betancur C. Efecto nutracéutico del *Anacardium occidentale* en dietas de pollitas ponedoras de reemplazo. Rev MVZ Córdoba. 2012;17(3): 3125-32.
3. Saavedra VI, González PV, Peña ME, Verdugo AD, Lagos CD, Oppenheimer CR. Historia, presente y proyecciones de la Farmacopea. An Real Acad Farm. 2016;82(3): 283-96.
4. Remón H, Alarcón A, Almeida M, Viera Y, Ramos M, Bazan Y. Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos secos de tinturas al 20 % de *Mammea americana* L. Rev Cubana Plant Med. 2012 [citado 20 jul 2015]; 17(4): 300-7. Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000400002&lng=es&nrm=iso
5. Lee KW, Kim JS, Oh ST, Kang CW, An BK. Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. J Poult Sci. 2014;52: 15-22.
6. Carro MD, Ranilla MJ. Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Exopol Circular. 2002;90(7): 1-9.
7. Kong XF, Hu YL, Rui R. Effects of Chinese herbal medicinal ingredients on peripheral lymphocyte proliferation and serum antibody titer after vaccination in chicken. Int J Immunopharmacol. 2004;4(7): 975-82.

8. Ayala L, Silvana N, Zocarrato I, Gómez S. Use of vulgar oregano (*Origanum vulgare*) as phytobiotic in fattening rabbits. Cuban J Agr Sci. 2011;45(2):159-61.
9. Martínez Y, Martínez O, Liu G, Ren W, Rodríguez R, Fonseca Y, *et al.* Effect of dietary supplementation with *Anacardium occidentale* on growth performance and immune and visceral organ weights in replacement laying pullets. J Food Agric Environ. 2013;13(3-4):1352-7.
10. Abdull R, Ahmad F, Ibrahim MD, Kntayya SB. Health benefits of *Moringa oleifera*. Asian Pac J Cancer P. 2014;15(20):8571-6.
11. El Sohaimy SA, Hamad GM, Mohamed SE, Amar MH, Al-Hindi RR. Biochemical and functional properties of *Moringa oleifera* leaves and their potential as a functional food. Global Adv Res J Agric Sci. 2015;4:188-99.
12. Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. Phytother Res. 2007;21(1):17-25.
13. Bontempo P, Doto A, Miceli M, Mita L, Benedetti R. *Psidium guajava* L. anti-neoplastic effects: induction of apoptosis and cell differentiation. Cell Prolif. 2012;45(1):22-31.
14. Rajesh BR, Potty VP, Kumari P, Miranda MTP, Sreelekshmy SG. Antioxidant and antimicrobial activity of leaves of *Terminalia catappa* and *Anacardium occidentale*: A comparative study. J Pharmacogn Phytochem. 2015 [citado 27 jan 2016];4(1). Disponible en: <http://www.phytojournal.com/vol4Issue1/40.1.html>
15. Ali M, Mruthunjaya K, Manjula SN. Health Benefits of *Morinda citrifolia* (Noni): A Review. Pharmacogn J. 2016;8(4):321-34.
16. Brito DR, Fernandes RM, Fernandes MZ, Ferreira MD, Rolim FR, Silva ML. Anthelmintic activity of aqueous and ethanolic extracts of *Morinda citrifolia* fruit on *Ascaridia galli*. Rev Bras Parasitol Vet. 2009;18(4):32-6.
17. Yin YL, Zhong HY, Huang RL, Chen CM, Li TJ, Pai YF. Nutritive value of feedstuffs and diets for pigs. I. Chemical composition, apparent ileal and fecal digestibility. Anim Feed Sci Technol. 1993;44(1):1-27.
18. Miranda M, Cuellar A. Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Instituto de Farmacia y Alimentos. Ed. Félix Varela. La Habana. Cuba. 2000; 44.
19. Akinpelu DA. Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* bark. Fitoterapia. 2001;72(3):286-7.
20. Soto F. Caracterización química, fitoquímica y antibacteriana *in vitro* de las hojas del *Anacardium occidentale* L. (Marañón). [Tesis en opción al título de Máster en Química-Biológica]. Granma: Universidad de Granma; 2011.
21. Olmo C, Martínez Y, Rodríguez R, Rosabal O, Pupo G, Más D, *et al.* Efecto promotor del polvo de hojas de *Moringa oleifera* Lam. en la producción y calidad del huevo de gallinas White Leghorn L-33. V Jornada Científica Nacional de Avicultura. Habana, Cuba; 2013.

22. Yang K, Lamprecht SA, Liu Y. Chemoprevention studies of the flavonoids quercetin and rutin in normal and azoxymethane-treated mouse colon. *Carcinogenesis*. 2000;21(9):1655-60.
23. Kong XF, Wu GY, Liao YP, Hou ZP, Liu HI, Yin FG, *et al.* Dietary supplementation with Chinese herbal ultra-fine powder enhances cellular. *Lives Sci*. 2007;108(1):94-8.
24. Rosabal O, Martínez Y, Rodríguez R, Pupo G, Más D, *et al.* Efecto de la suplementación dietaria del polvo de hojas de *Anacardium occidentale* (AO) en la producción y calidad del huevo de gallinas ponedoras. [Tesis en opción al título de Médico Veterinario Zootecnista]. Granma: Universidad de Granma; 2013.
25. Pupo G. Efecto del polvo de hojas de *Psidium guajava* como aditivo fitoquímico en la alimentación de gallinas ponedoras. [Tesis en opción al título de Máster en Nutrición Animal]. Granma: Universidad de Granma; 2016.
26. Más D, Martínez Y, Rodríguez R, Betancur C, Rosabal O. 2016. Effect of dietary supplementation with *Morinda citrifolia* on productivity and egg quality of laying hens. *Ciencia y Agricultura*. 2016;12(2):7-12.
27. Gimeno E. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Rev Farm*. 2004;23(6):80-4.
28. Martínez Y, Martínez O, Escalona A, Soto F, Valdivié M. Composición química y tamizaje fitoquímico del polvo de hojas y retoños del *Anacardium occidentale* L. (marañón). *Rev Cubana Plant Med*. 2012 [citado 2016 feb 24]; 17(1):1-10. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962012000100001&script=sci_arttext&tlng=pt
29. Biswas B, Rogers K, Mc Laughlin F, Daniels D, Yadav A. Antimicrobial activities of leaf extracts of guava (*Psidium guajava* L.) on two gram-negative and gram-positive bacteria. *Int J Microbiol*. 2013;1-7-
30. Aroche R. Efecto de plantas con propiedades medicinales en la nutrición de cerdos en crecimiento [Tesis en opción al título de Máster en Producción Porcina]. Granma: Universidad de Granma; 2016.

Recibido: 10 de febrero de 2016.

Aprobado: 9 de enero de 2017.

Yordan Martínez Aguilar. Universidad de Granma. Bayamo, Granma. Correo electrónico: ymartineza@udg.co.cu