

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS DEL FRUTO DE LA ESPECIE *Cordia collococca*

Phytochemical analysis of the fruit extracts of the *Cordia collococca* species

María T. Martínez Echevarría[✉], Idalma de la C. Betancourt Guerra, Mariol Morejón García, Uvaldo Orea Igarza y Avilio Martínez Seara

ABSTRACT. There are endemic species exist in the Pinar del Río municipality, Cuba. That in one season of the year birds and pigs take advantage of their fruits for their feeding. They are developed in different ecosystems, presenting different characteristic in the period of fructification. Among these species the *Cordia collococca* is used for the farmers to feed hens and pigs. It was carried out the gathering of their fruits, in "El avioncito" locality later pulping and watery and alcoholic extracts were prepared, used to carry out rehearsals of sifting phytochemical in function of determinate the presence of secondary metabolites. It was weighed 5 grams of the sample, they were added 50 mL of alcohol and reflowed. They were identified in abundance alkaloids, reducers' compounds, free aminoacids, flavonoids and mucilage and japonicas in smaller proportion. Also they were carried out acceptability rehearsals of the foods in substitution birds of 34 days. The period of adaptation began with the observation method during four weeks. The acceptability tests allowed evaluate in a short time the preference of the food, providing fast and sharp results. In the conclusions we realize that present active principles in the extracts show a low toxicity, what allows contining their development for their evaluation like a conventional alimentary alternative.

Key words: food, phytochemica, acceptability test, toxicology

RESUMEN. Existen especies endémicas en el municipio Pinar del Río, Cuba, que en una época del año las aves y los cerdos aprovechan sus frutos para su alimentación. Estas se desarrollan silvestres en diferentes ecosistemas, presentando características diferentes en cuanto al periodo de fructificación. Dentro de estas especies se encuentra la *Cordia collococca*, utilizada por campesinos para alimentar gallinas y cerdos. Los frutos fueron colectados en la localidad "El avioncito", posteriormente se despulparon y se llevó a cabo la preparación de los extractos acuosos y alcohólicos, utilizados para realizar ensayos de tamizaje fitoquímico en función de determinar la presencia de metabolitos secundarios. Se pesaron 5 gramos de la muestra, se le adicionaron 50 mL de alcohol y se refluaron. Se identificaron en abundancia alcaloides, azúcares reductores, aminoácidos libres, flavonoides y en menor proporción mucilago y saponinas. También se realizaron ensayos de aceptabilidad del alimento en aves de reemplazo camperos de 34 días. Se inició el periodo de adaptación por el método de observación durante cuatro semanas. La prueba de aceptabilidad permitió evaluar a corto tiempo la preferencia del alimento, proporcionando pronósticos rápidos y certeros de los resultados. Se concluyó que los principios activos presentes en los extractos presentan una baja toxicidad, lo que permite continuar su desarrollo para su evaluación como alternativa alimentaria no convencional.

Palabras clave: alimento, fitoquímica, prueba de aceptabilidad, toxicología

INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre la diversidad es la base para la conservación y el uso eficiente de

sus recursos genéticos y es frecuentemente desconocida en determinados países y regiones. Potenciar el desarrollo local sobre la base de procesos de autoconocimiento (1), teniendo en cuenta los actores locales y las relaciones que entre ellos se establecen, constituyen un elemento fundamental en los niveles de implementación de desarrollo de estrategias (2).

Universidad "Hermanos Saiz Montes de Oca", de Pinar del Río, Martí No. 272 e/ 27 de Noviembre y González Acosta, Pinar del Río, Cuba
[✉] maritem@upr.edu.cu

Implementar estrategias para la alimentación animal, teniendo en cuenta los recursos naturales que posee la localidad y el manejo por los actores conociendo sus potencialidades, es una de las ofrecimientos que se abordan en este trabajo. Los árboles y arbustos contribuyen al suministro de alimentos siempre y cuando alguna de sus partes sean comestibles (hojas, frutos, yemas, retoños, flores). La importancia cuantitativa y cualitativa de esta fuente directa de alimento del árbol, es en la mayoría de los casos, aún desconocida y su potencial, incluso en términos de economía mundial se explota inadecuadamente.

Los alimentos que suministran los árboles pueden ser utilizados directamente por el hombre o indirectamente al ser consumidos por los animales, que terminarán produciendo alimentos fibras o servicios para el hombre (3–6).

El fruto de *Cordia alliodora* es un alimento silvestre, utilizado desde hace siglos (7), como sustento natural para aves y otros animales. Desde hace algunos años, países desarrollados y subdesarrollados se ven en la necesidad de investigar la utilización de alimentos alternativos, con el fin de disminuir costos y obtener buenos resultados en la producción y calidad de carne y huevo. En este contexto, el país tiene que recurrir a importaciones en el mercado para satisfacer la demanda de estos alimentos en el consumo humano y animal, mediante la importación de maíz y aceite de soya a precios muy elevados.

La caracterización y los ensayos de seguridad de productos derivados de las plantas son pruebas importantes dentro de la ruta crítica de cualquier compuesto que se pretenda utilizar como disfuncional, fármaco o alimento. En el proceso de generación de tecnologías y de sistemas de producción adaptados a los ecosistemas locales (8–10) y a las características específicas de los pequeños productores, que son compatibles con el manejo sustentable de los recursos naturales, se inserta la avicultura alternativa^A.

Actualmente, ha surgido interés en la búsqueda de recursos alimenticios que puedan sustituir, parcialmente, el uso de concentrados costosos y agroecológicamente distanciados de la realidad ambiental, que permitan proveer energía, proteína y minerales de una manera eficiente y económicamente viable a los animales herbívoros, sistema que demuestra que la producción de la situación alimentaria mejora considerablemente y que disminuye en forma sustantiva el deterioro de los recursos naturales.

Muchos de los alimentos alternativos poseen sustancias antinutritivas que disminuyen su utilización por parte del animal, alterando muchas veces la actividad digestiva de este, deprimiendo la producción animal; además, interfieren en el total aprovechamiento de otros nutrientes como minerales y proteínas, o pueden producir daños al organismo del animal que las consuma. Debido a lo antes expuesto, se trazó como objetivo de la investigación, realizar un tamizaje fitoquímico al fruto fresco de la especie *Cordia alliodora*, evaluando la aceptabilidad del alimento en aves de reemplazo campero de 34 días para valorar su posible uso como alimento alternativo no convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en noviembre del año 2014 en el laboratorio de investigación de la Universidad de Pinar del Río. Para realizar el análisis fitoquímico y la prueba de aceptabilidad, se recolectaron frutos de *Cordia alliodora*, utilizando una escalera, caja de madera y una manta de saco, se colocaron debajo de las ramas que poseían frutos en su estado de madurez. Se recolectaron 22 kg diariamente, durante una semana. De los frutos recolectados se tomaron las muestras para el análisis fitoquímico, se lavaron con abundante agua destilada, se pesaron y con ayuda de guantes estériles se despulparon; con la pulpa se prepararon los extractos.

El tamizaje fitoquímico se realizó, a partir de dos extractos, el acuoso y el alcohólico, los cuales se obtuvieron por reflujo, pesando para la obtención de cada uno, 5 gramos de muestra de pulpa de frutos de *Cordia alliodora*, a la cual se le adicionaron 50 mL de alcohol al 95 %, se reflujo durante cuatro horas en un equipo de reflujo, compuesto por un condensador, un balón de 250 mL y un baño María, posteriormente se filtró el extracto caliente y se separó en fracciones, se procedió al análisis utilizando diferentes técnicas.

Para el análisis de los resultados cualitativos se utilizó un sistema de cruces, para especificar la presencia o ausencia de las familias de sustancias con actividad biológica presente en el fruto (11). Para realizar los ensayos de toxicidad se pesaron 20 g de la pulpa y se adicionó 1 L de agua destilada a 100 °C en un vaso precipitado por un tiempo de 10 min (12). El extracto se dosificó y se aplicó a las aves. Se evaluó la toxicidad por administración dérmica y oral a dosis única del extracto de frutos de *Cordia alliodora*.

^ALeyva, C. *Caracterización química de harinas de frutos y hojas del árbol del pan (Artocarpus Altilis) y su empleo en la alimentación de pollos, conejos y ovinos de ceba*. Tesis de Doctorado, 2010, Ciudad de La Habana, Cuba, 100 p.

Se utilizó el método de observación para evaluar el periodo de adaptación en 100 aves de reemplazos camperos, ubicados en la finca "La Ceiba" de la CPA "Celso Maragoto", ubicada en el km 11 de la carretera de la Coloma, del municipio Pinar del Río.

Se trabajó con fuentes de alimento no convencionales (fruto de la *Cordia allcocca*) que cumple con los requisitos de ser abundantes, poco costosos y no compiten con la alimentación del hombre, además de ser resistente a las condiciones ambientales.

Por otro lado, las pruebas de aceptación se comenzaron a la edad de 34 días, se empleó el método de observación durante una semana, con un diseño experimental, representadas por cuartones con 20 pollos camperos cada uno, para un total de cinco cuartones, seleccionándose un cuartón y dividiéndose en dos grupos al azar. Se midieron los niveles de rechazo o aceptación del alimento, el cual fue ofrecido desde horas tempranas de la mañana (al amanecer) y en cantidades suficientes para que pudiera consumirse libremente, acompañado de buenas condiciones para la estancia, agua durante el día y la dieta, según la composición y aportes nutricionales establecidos por la tabla de consumo de instructivo técnico para la edad. Al Grupo 1 (G1) se le suministró pienso industrial y al Grupo 2 (G2) pienso elaborado con productos de la finca (maíz, sorgo y sal).

Se suministró el fruto fresco en las primeras horas de la mañana, al mediodía y por la tarde, existiendo una ayuna de pienso de una hora por repeticiones. Estas pruebas constituyeron el primer paso para la caracterización del nuevo alimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado al fruto fresco de *Cordia allcocca* se muestra en la Tabla I.

La presencia de mucílagos resulta evidente, pues, en el agua forman disoluciones viscosas que se hinchan en ellas para formar una pseudo disolución gelatinosa, no ocurriendo así en las disoluciones alcohólicas.

Las cumarinas no son identificadas en ninguno de los extractos. Este tipo de polifenol parece tener un rol de defensa en las plantas, pues le imprimen sabores desagradables. Es muy común su presencia en los rebrotes tiernos de algunos vegetales, lo que impide el ramoneo por parte de los animales, por lo que son rechazados en la alimentación.

La presencia de los alcaloides es abundante en el extracto acuoso del fruto, son metabolitos secundarios (13), cuya concentración puede constituir una limitante para el consumo de los alimentos que los contienen (14).

Tabla I. Resultados cualitativos del tamizaje fitoquímico del fruto fresco de *Cordia allcocca*

Compuestos químicos	Fruto de ateje fresco	
	Acuoso	Alcohólico
Mucílagos	+	-
Cumarina	-	-
Alcaloides	+++	-
Compuestos grasos	-	+
Compuestos reductores	+++	+++
Saponinas	+	+
Taninos	+	-
Aminoácidos libres	+++	+++
Carotenoides	+++	+++
Flavonoides	+++	+++

+++ abundante; ++ moderado; + presencia; - ausencia

Estos alcaloides podrían aprovecharse en otra forma, como en el fitocontrol de hongos y bacterias (15); además, se derivan de un aminoácido, por lo tanto son nitrogenados y poseen acción fisiológica intensa en los animales, aún a bajas dosis (16).

No se encontró presencia de los compuestos grasos en el extracto acuoso; sin embargo, en el alcohólico sí hay presencia, debido a los almidones presentes que contienen pequeñas cantidades de grasas. Los lípidos asociados al almidón son, generalmente, lípidos polares, que necesitan disolventes polares, como metanol-agua, para su extracción.

Los compuestos reductores son abundantes. Los resultados de la marcha analítica se muestran en la Tabla II.

En los ensayos de Molisch, Benidet y Saliwardf se identificó la presencia de glucosa, arabinosa, fructosa, sacarosa y almidón en abundancia (16–20); además, fue identificada la presencia de saponinas (21).

Tabla II. Métodos cualitativos para identificar compuestos reductores

Ensayos	Resultados del fruto fresco
Ensayo de Molisch	(+) Violeta. Monosacáridos, disacáridos y polisacáridos
Ensayo de Benidet	(+) amarillo-rojizo glucosa (5 min) monosacáridos reductores (-) amarillo-rojizo maltosa- sacarosa (10-min) disacáridos reductores
Ensayo de Saliwardf	(+) rojo fructosa y glucosa

Las saponinas son tóxicas y se cree que su toxicidad proviene de su habilidad para formar complejos con los esteroides, por lo que podrían interferir en la asimilación de estos por el sistema digestivo o romper las membranas de las células tras ser absorbidas hacia la corriente sanguínea. Existe una gran variedad de plantas que contienen saponinas en distintas concentraciones, como por ejemplo Yucca, Ginseng, Quinoa, Quillay, entre otros (22).

Los taninos fenólicos, no nitrogenados, son solubles en agua y no en alcohol (23) coincidiendo con la presencia del mismo en el extracto acuoso y no en el alcohólico, los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos, formados por ácidos fenólicos, en particular ácido gálico y azúcares simples identificados anteriormente, el nivel de astringencia del fruto de la *Cordia alliodora* justifica la presencia de taninos, como en las manzanas y el marañón.

Esta sustancia, desde el punto de vista nutricional, tiene gran importancia, ya que a medida que las concentraciones de los taninos sean mayores, aumenta la posibilidad de formación de proteína sobre pasante (*bypass*) en el rumen (24). Por otro lado, los niveles adecuados de taninos en la dieta, protegen parte del nitrógeno y favorecen su utilización en el tracto posterior, modificando las rutas de excreción del nitrógeno, disminuyéndose la cantidad eliminada en la orina e incrementándose la excreción en las heces, lo que implica tener efectos importantes en el suelo. Las decocciones son las formas más comunes de preparación tradicional de los extractos, que también son utilizados como insecticidas (25).

La presencia de flavonoides se hizo evidente en el extracto con una coloración roja; en la prueba de Rosenheim, se observó un color violeta que cambia a azul en 10 min. Con el ensayo de Salkowski se presentó color rojo. Los flavonoides se identificaron en abundancia, ellos han adquirido notoriedad pública a raíz de su actividad biológica en el hombre, poseen propiedades muy apreciadas en medicina, como antimicrobianos, anticancerígenos, disminución del riesgo de enfermedades cardíacas, entre otros efectos.

Estos son los responsables del color rojo de los frutos que hacen que sean atraídos por los animales y dispersores de semillas (26).

También los carotenoides son abundantes en el fruto de *Cordia alliodora*, los animales son incapaces de sintetizar carotenoides, deben obtenerlos a través de su dieta, siendo estos compuestos importantes por su función biológica como pro-vitamina^A.

Como ejemplo de estos compuestos en la naturaleza, podemos citar al carotenoide mejor conocido, el caroteno encontrado en la zanahoria, el licopeno en el tomate, ambos se identifican en el fruto fresco de la *Cordia alliodora* en abundancia, coincidiendo con el color que toma la yema del huevo

de las gallinas que se alimentan con el fruto de *Cordia alliodora* (27).

En la Tabla III, se muestran los resultados de la marcha analítica que se efectuó para identificar aminoácidos libres.

Tabla III. Métodos cualitativos de aminoácidos y proteínas

Ensayos	Resultados del fruto fresco
Prueba Ninhidrina	(+) Violeta (proteínas, polipéptidos y aminoácidos)
Prueba Biuret	(-) Amarillo (aminoácidos)
Prueba de la coagulación	(-) no coagula (Histonas, protaminas o polipéptidos)
Prueba Xantoproteica	(+) naranja (tirosina, fenilalanina o triptófano)
Prueba Hopkins- Cote	(-) incolora (Tirosina, fenilalanina)
Prueba Millón -SH	(+) rojo (Tirosina)
Prueba Sakaguchi	(+) rojo (Arginina)

De los aminoácidos identificados, la arginina es esencial y puede estimular la función inmunológica al aumentar el número de leucocitos; puede estimular la liberación de hormona de crecimiento (somatotropina). Se incluye en las dietas equilibradas de los gatos, su ausencia puede provocar serios trastornos relacionados con el exceso de amoníaco en sus tejidos.

La fenilalanina también se identificó, se encuentra principalmente en alimentos ricos en proteínas, tanto de origen animal como de origen vegetal, en la prueba de la Ninhidrina se pudo observar, de forma rápida, la presencia de proteínas. El triptófano es un aminoácido esencial, que sólo se obtiene a través de la alimentación, en la marcha se identificó con abundancia.

En la Tabla IV se muestran las diferencias de los grupos 1 y 2, relacionadas con la aceptabilidad del fruto de *Cordia alliodora* en pollos camperos de 34 días, asumiendo la metodología descrita^B.

Los datos estadísticos que aporta la tabla, demuestran la verdadera magnitud del efecto de la aceptabilidad de los frutos de *Cordia alliodora*, para pollos camperos de 34 días. Los criterios de la significación bilateral mayor que 0,05; nos indican que los datos de las diferentes observaciones de las muestras, están en correspondencia con la homogeneidad de los valores de la media de la población y los límites inferiores y superiores, representando el 95 % y encontrándose la verdadera magnitud de las observaciones de cada momento del experimento.

^B Martínez, M. *Efectos de la suplementación con follaje de plátano (Musa paradisiaca) con indicadores morfofisiológicos, productivos y reproductivos de aves semirrásticas de reemplazos ponedoras*. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencia Animal, 2012, Mayabeque, Cuba, 88 p.

Tabla IV. Prueba de las muestras de los grupos 1 y 2 en la aceptabilidad del alimento

Aceptación del alimento por los grupos de experimentos	Media	Desviación típica	Diferencias relacionadas de la media		t	gl	Significación (bilateral)	
			95 % de intervalo Inferior	95 % de intervalo Superior				
Al inicio G1-G2	-1,28571	1,70434	,64418	-2,86196	,29053	-1,996	6	,093
A la media hora G1-G2	-1,00000	1,41421	,53452	-,30793	2,30793	1,871	6	,111
A la hora G1-G2	,28571	,48795	,18443	-,16556	,73699	1,549	6	,172

Por otro lado, los datos son compatibles con los valores observados, en la incorporación de los pollos para la inclusión del fruto, al inicio, media hora y a la hora, concluyendo que la muestra es suficiente, a pesar de que no existen grandes diferencias a la media hora y a la hora de incorporación para aceptar el alimento.

En las primeras horas de observación, el alimento fue difícil de picotear en el comedero rústico confeccionado de caña brava, para ambos grupos (Figura 1).

Después de verter el fruto en mantas de saco (Figura 2), la incorporación de pollos de ambos grupos fue mayor, constatándose esos datos con la gráfica que aparece en la Figura 3.

En la Figura 2, se puede observar el consumo voluntario, por bueno que sea un alimento, su primera cualidad es que su nivel de consumo sea aceptado por el animal. A pesar de los resultados del análisis fitoquímico, las aves sirven como instrumento de evaluación de una materia prima y no requiere de equipos sofisticados, proporcionando un pronóstico rápido y certero, resultado similar al que se pudiera tener en una prueba clásica de comportamiento animal.

En la Figura 3 se puede observar la matriz de las distancias evaluadas en la incorporación de los pollos camperos de los grupos 1 y 2, para la inclusión del fruto de *Cordia collococca*.

Las distancias evaluadas que se muestran en el gráfico coinciden con los datos experimentales (Tabla V), existiendo una marcada diferencia; el primer día, al inicio al Grupo 1 (dieta de pienso industrial), se incorporó el 20 % de los pollos, existiendo una marcada diferencia con el Grupo 2 (pienso elaborado con productos de la finca), al que se incorporó el 60 % el segundo día. Al principio la diferencia es menor, para el Grupo 1 el 50 % y para el Grupo 2 se mantiene el 60 %, coincidiendo para ambos grupos, el 100 % de incorporación al tercer día.

En el periodo de adaptación las aves reconocen el fruto de *Cordia collococca* en las primeras horas de ofrecido el alimento, logrando una familiarización con el mismo. No se observó rechazo de alimento, al día siguiente no se recogió resto de alimento, se le suministró 5,5 kg por grupo diariamente.



Figura 1. Pollos camperos de 34 días picoteando ateje en el comedero



Figura 2. Pollos camperos de 34 días picoteando ateje en mantas de saco

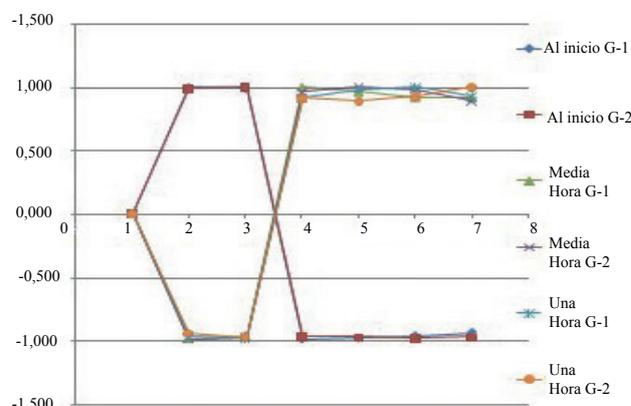


Figura 3. Matriz de las distancias evaluadas

Por otro lado, la toxicidad se evaluó con la aplicación del extracto preparado, a una muestra de 20 pollos camperos a la edad de 34 días (Figura 4). Se situó la disolución en los comederos rústico y lo bebieron durante tres días, no observándose alteraciones.

En el ensayo de sensibilización que se aplicó en los pollos camperos, no se encontró la presentación de edemas ni eritemas durante el período de observación de 72 h, por lo que se clasificó como no sensibilizante dérmico, catalogándose el producto como no irritante dérmico y oftálmico.

libres, flavonoides y la presencia de mucilago y saponinas, lo que posibilita el empleo de la especie en la obtención de diferentes productos naturales.

- ◆ La prueba de aceptabilidad permitió evaluar, en corto tiempo, mediante el método de observación, la preferencia del alimento, en pastoreo, proporcionando pronósticos rápidos y certeros de los resultados.
- ◆ Los principios activos presentes en los extractos presentan una baja toxicidad, lo que permite continuar su estudio para su evaluación como alternativa alimentaria no convencional.

CONCLUSIONES

- ◆ El tamizaje fitoquímico permitió identificar cualitativamente la presencia en abundancia de alcaloides, compuestos reductores, aminoácidos

AGRADECIMIENTOS

A directivos y trabajadores de la CPA "Celso Maragoto", finca "La Ceiba", del municipio Pinar del Río, Cuba.

Tabla V. Aceptabilidad del fruto fresco de *Cordia collococca*

No. de aves por		Observación de la aceptabilidad del alimento de los grupos por días y horas							
G-1	G-2	Horas del 1er. día			Horas del 2do. día		Horas del 3er. día		
		Al inicio	Media hora	Una hora	Al inicio	Media hora	Una hora	Al inicio	
1	1			1		1			
2	2	2							
3	3		2						
4	4		4	4		5			
5	5				5				
6	6	6							
7	7								
8	8				8				
9	9								
10	10								20
Total de aves		8	6	5	13	6	1		20



Figura 4. Administración dérmica y oral a dosis única del extracto de frutos de *Cordia collococca*

BIBLIOGRAFÍA

1. Pardillo, P. B. y Jiménez, V. V. "La universidad de montaña, en el proceso innovativo para el desarrollo local". En: *Gestión del conocimiento y el desarrollo local sostenible*, Ed. Academia, La Habana, Cuba, 2011, p. 13, ISBN 978 959 270 226 4.
2. Guevara-Hernández, F.; Rodríguez-Larramendi, L.; Rosales-Esquinca, M. de los Á.; Ortiz-Pérez, R.; Gómez-Castro, H.; Aguilar-Jiménez, C. E. y Pinto-Ruiz, R. "Criterios de manejo local del cultivo de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw) en zonas rurales de Chiapas, México". *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 2, 2014, pp. 5-13, ISSN 0258-5936.
3. Fernández, J. R. y Almora, V. *Silvicultura: Conceptos generales del bosque y del árbol*. 2.^a ed., Ed. Pueblo y Educación, 2011, La Habana, Cuba, 30 p., ISBN 978-959-13-2223-4.
4. Milián, M.; Díaz, O.; Rodríguez, K. y Valdés, M. "Potencialidades de la *Alocasia* spp. para su utilización en la alimentación animal". *Centro Agrícola*, vol. 41, no. 3, 2014, pp. 53-59, ISSN 0253-5785, 2072-2001.
5. Intriago, H. O.; Celiano, M.; Terán, O. y Noa, A. "Composición química del fruto de dos especies del Bosque Seco Tropical en la región costera del Ecuador como fuente de alimento para los rumiantes". *Centro Agrícola*, vol. 42, no. 2, 2015, pp. 61-65, ISSN 0253-5785, 2072-2001.
6. Tamosiunas, M. "La integración productiva de árboles y ganado en predios familiares: la visión del productor". *Agrociencia Uruguay*, vol. 19, no. 1, 2015, pp. 150-157, ISSN 2301-1548.
7. Martínez, E. M. T.; Orea, I. U. y Martínez, S. A. A. "Estudio etnobotánico de la especie *Cordia collococca*". *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, no. 27, 2014, ISSN 1683-8904, [Consultado: 31 de enero de 2017], Disponible en: <<http://ama.redciencia.cu/articulos/27.04.pdf>>.
8. Almaguer, A. y Romero, S. "El camino hacia la innovación desde las instituciones". En: eds. Guevara-Hernández F. y Rodríguez L. L., *Innovación y desarrollo rural. Experiencias y reflexiones desde el contexto cubano*, Ed. Jorge Dimitrov, Granma, Cuba, 2011, pp. 100-104, ISBN 978-959-223-205-1.
9. Rodríguez, L. L. y Fonseca, F. M. "Los procesos de innovación rural, su relevancia en el contexto actual". En: eds. Guevara-Hernández F. y Rodríguez L. L., *Innovación y desarrollo rural. Experiencias y reflexiones desde el contexto cubano*, Ed. Jorge Dimitrov, Granma, Cuba, 2011, pp. 43-50, ISBN 978-959-223-205-1.
10. Angarica, L.; Ortiz, R.; Misteli, M. y Guevara, F. "Aplicación de un enfoque participativo para la definición y evaluación de metas en un proyecto innovativo agropecuario local". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 1, 2013, pp. 33-40, ISSN 0258-5936.
11. Reves, F. de B.; Calzadilla, E.; Jiménez, M.; Mercader, A.; Sosa, A. y Rodríguez, M. "Potencialidades de *Samanea saman* y *Enterolobium cyclocarpum* en pastizales arbolados". *Revista Forestal Baracoa*, vol. 30, no. 1, 2011, pp. 53-58, ISSN 0138-6441.
12. Dueñas, R. A.; Alcivar, C. U.; Olazábal, M. E. y Cortés, R. R. "Análisis fitoquímico y de seguridad de los extractos de *Chuquiraga jussieui* J. F. Gmel". *Centro Agrícola*, vol. 41, no. 2, 2014, pp. 79-84, ISSN 0253-5785, 2072-200.
13. Pablo-Pérez, M.; Lagunes-Espinoza, L. C.; López-Upton, J.; Aranda-Ibáñez, E. M. y Ramos-Juárez, J. "Composición química de especies silvestres del género *Lupinus* del estado de Puebla, México". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 38, no. 1, 2015, pp. 49-55, ISSN 0187-7380.
14. Bermúdez-Torres, K.; Herrera, J. M.; Brito, R. F.; Wink, M. y Legal, L. "Activity of quinolizidine alkaloids from three Mexican *Lupinus* against the lepidopteran crop pest *Spodoptera frugiperda*". *BioControl*, vol. 54, no. 3, 2009, pp. 459-466, ISSN 1386-6141, 1573-8248, DOI 10.1007/s10526-008-9180-y.
15. Azcón-Bieto, J. y Talón, M. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Ed. Edicions Universitat de Barcelona, McGraw-Hill Interamericana, 2000, Barcelona, Madrid, 522 p., ISBN 978-84-8338-182-3.
16. Muzquiz, M.; Guillamon, E.; Burbano, C.; Pascual, H.; Cabellos, B.; Cuadrado, C. y Pedrosa, M. M. "Chemical composition of a new *Lupinus* species found in Spain, *Lupinus mariae-josephi* H. Pascual (Fabaceae)". *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 9, no. 4, 2011, pp. 1233-1244, ISSN 2171-9292, DOI 10.5424/sjar/20110904-515-10.
17. van Soest, P. J.; Robertson, J. B. y Lewis, B. A. "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". *Journal of Dairy Science*, vol. 74, no. 10, 1991, pp. 3583-3597, ISSN 0022-0302, DOI 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.
18. Raaman, N. *Phytochemical Techniques* [en línea]. Ed. New India Publishing, 2006, 332 p., ISBN 978-81-89422-30-1, Google-Books-ID: 6Gxp_nVK3ucC, [Consultado: 31 de enero de 2017], Disponible en: <https://books.google.com/cu/books?id=6Gxp_nVK3ucC>.
19. Moreno, A. "Prácticas de glúcidos, lípidos y proteínas para alumnos de secundaria y bachillerato". *Innovación y Experiencias Educativas*, no. 21, 2009, pp. 1-8, ISSN 1988-6047.
20. Alarcón-Zúñiga, B.; Ramírez-Flores, F.; Ruíz-Flores, A.; Ramírez-Valverde, R.; Saavedra-Jiménez, L. A. y Zepeda-Batista, J. L. "Comparación de la exactitud de valores genómicos de animales predichos a través del análisis con dos modelos alternativos". *Agrociencia*, vol. 49, no. 6, 2015, pp. 613-622, ISSN 1405-3195.
21. Mena, L.; Tamargo, B.; Salas, E.; Plaza, L. E.; Blanco, Y.; Otero, A. y Sierra, G. "Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo)". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, vol. 20, no. 1, 2015, pp. 106-116, ISSN 1028-4796.
22. Miranda, M. y Cuéllar, A. *Farmacognosia y Productos Naturales*. Ed. Félix Varela, 2001, La Habana, Cuba, 124 p., ISBN 978-959-258-129-6.

23. Olivas-Aguirre, F. J.; Wall-Medrano, A.; González-Aguilar, G. A.; López-Díaz, J. A.; Álvarez-Parrilla, E.; de la Rosa, L. A. y Ramos-Jiménez, A. "Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud". *Nutricion Hospitalaria*, vol. 31, no. 1, 2015, pp. 55-66, ISSN 1699-5198, DOI 10.3305/nh.2015.31.1.7699.
24. Rosenthal, G. A. y Berenbaum, M. *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites* [en línea]. Ed. Academic Press, 2012, 493 p., ISBN 978-0-12-597184-3, Google-Books-ID: sYb-wAAAAMAAJ, [Consultado: 13 de marzo de 2017], Disponible en: <<https://www.elsevier.com/books/herbivores-their-interactions-with-secondary-plant-metabolites/rosenthal/978-0-08-092545-5>>.
25. Charpentier, E. J. C. J.; García, G. y Aquino, R. "Uso y competición por plantas alimenticias entre *Pithecia aequatorialis* (Primates: Pitheciidae) y otros animales en la Amazonía peruana". *Revista Peruana de Biología*, vol. 22, no. 2, 2015, pp. 225-232, ISSN 1727-9933, DOI 10.15381/rpb.v22i2.11356.
26. Leyva, C.; Ortiz, A.; Martí, O. y Valdivié, M. "Inclusión de la harina del fruto de *Artocarpus altilis* en dietas para cerdos en preceba". *Pastos y Forrajes*, vol. 36, no. 4, 2013, pp. 468-473, ISSN 0864-0394.
27. Candelas, M. G.; Alanís, M. G. de J. y del Río, F. "Cuantificación de licopeno y otros carotenoides en tomate y polvo de tomate". *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 10, no. 19, 2006, ISSN 1405-9282, [Consultado: 31 de enero de 2017], Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14101911>>.

Recibido: 11 de abril de 2016

Aceptado: 12 de octubre de 2016