

EL PAPAYO Y SU INTEGRACIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR AGRARIA

Yohanna Guzmán Sánchez*, Hugo M. Oliva Díaz, Martha R. Hernández Zaldívar, María E. Rodríguez Valdés, Caridad M. Noriega Carrera, David Zamora Blanco, Reinel Vallester Cruzata.

Unidad Científica Tecnológica de Base, Alquízar (UCTB, Alquízar). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). MINAG, La Habana, Cuba.

*Autora para correspondencia: yohannaguzmansanchez@gmail.com

Recibido: 1 de agosto de 2023; Aceptado: 8 de noviembre de 2023

RESUMEN

La Fruticultura genera gran cantidad de residuos vegetales, dentro de los cuales se encuentra el árbol del papayo. Todos estos residuos que no se aprovechan pueden integrarse a la Economía Circular Agraria (ECA). El objetivo del trabajo es visibilizar las potencialidades que ofrece este frutal dentro de un sistema de ECA. En la Unidad Científica Tecnológica de Base, Alquízar, se utilizó tejido de papayo y sustratos: carne de lombriz roja californiana, residuos de pescado y sangre de cerdo, para la producción de tres tipos de hidrolizados proteicos. La fracción proteica obtenida, se utilizó para plantas y/o animales. El hidrolizado de pescado para animales se probó en tres carneros y tres reses. En plantas de papayo, se utilizó el hidrolizado de lombriz foliarmente, donde se seleccionaron 15 plantas de seis meses de edad, distribuidas en tres tratamientos. Los porcentajes obtenidos en el hidrolizado de aminoácidos de la lombriz roja californiana, fue mayor respecto a sangre y pescado. El hidrolizado de pescado suministrado a los seis rumiantes, potenció un aumento en el apetito, no se mostraron alteraciones digestivas u otras manifestaciones de deterioro del estado de salud general, con cero mortalidad. El bioproducto hidrolizado de lombriz + humus líquido, aplicado en plantas, fue significativamente mayor en porcentajes de frutos cuajados. Tanto los tejidos del papayo como los residuos animales utilizados en la producción de hidrolizados, contribuyeron a la sostenibilidad de los sistemas, la interacción planta- animal y al fortalecimiento de la ECA.

Palabras clave: frutales, hidrolizados, residuos.

THE PAPAYO AND ITS INTEGRATION INTO THE AGRICULTURAL CIRCULAR ECONOMY

ABSTRACT

Fruit growing generates a large amount of plant waste, within which is the papayo tree. All these wastes that are not used can be integrated into the Circular Agrarian Economy (ECA). The objective of the work is to make visible the potential offered by this fruit tree within an ECA system. In the Basic Technological Scientific Unit, Alquízar, papaya tissue and substrates were used: californian red worm meat, fish residues and pork blood, for the production of three types of protein hydrolyzed. The protein fraction obtained was used for plants and/or animals. The hydrolyzed fish for animals was tested

in three sheep and three cattle. In papaya plants, the foliar worm hydrolyzation was used, where 15 six-month-old plants were selected, distributed in three treatments. The percentages obtained in the amino acid hydrolysate of the californian red worm, were higher with respect to blood and fish. The fish hydrolyzate supplied to the six ruminants, potentiated an increase in appetite, there were no digestive alterations or other manifestations of deterioration of the general state of health, with zero mortality. The hydrolyzed bioproduct of worm + liquid humus, applied to plants, was significantly higher in percentages of curdled fruits. Both the tissues of the papaya and the animal residues used in the production of hydrolyzed, contributed to the sustainability of the systems, the plant-animal interaction and the strengthening of the ECA.

Keywords: fruits, hydrolysates, wastes.

INTRODUCCIÓN

En el mundo a partir de las frutas y sus derivados se obtienen nuevos productos los cuales son lanzados al mercado y se amplían sus posibilidades de aprovechamiento (Prochile, 2018). El papayo (*Carica papaya* L.) encuentra excelentes condiciones para expresar un alto potencial productivo en los ecosistemas tropicales (Oliva 2020). Esta especie, que genera residuos durante los procesos agroindustriales, es aprovechada en diversas partes del mundo en la elaboración de productos comestibles tanto para el consumo humano como animal (Prieto, 2016).

En el papayo, las semillas excedentes de las industrias procesadoras, que dan inicio a la cadena de valor en el eslabón propagación, son utilizables en la producción de plantas, elaboración de perfumes, jabones e ingredientes para pinturas y alimento animal. La semilla ofrece un contenido de aceite y de proteínas que alcanza valores de 18.5% y 81.4% respectivamente. La torta derivada de la extracción mecánica de aceite puede utilizarse también en la alimentación de animales (Oliva, 2018). Además, se han elaborado piensos para ruminantes con otros componentes destacándose por su contenido en fibra vegetal.

La cantidad de tallo después de la cosecha de los frutos, resulta elevada en dependencia de los cultivares y puede utilizarse con diferentes fines; la 'Maradol Roja' de porte medio, aporta al menos a los 18 meses de sembrado 20 t.ha⁻¹ de tallo utilizable y de 100 a 200 kg.ha⁻¹ de látex (Oliva, 2020). El látex está conformado por 85% de agua, una fracción insoluble de composición desconocida y una fracción soluble que a su vez contiene carbohidratos (10%), sales (10%), lípidos (5%) y biomoléculas como el glutatión, la cisteína proteinasa (30%) y varias proteínas (10%) quimopapaina.

En nuestro país el contexto alimentario actual, caracterizado por la insuficiente disponibilidad de alimentos para la población, arreciado por el bloqueo de los Estados Unidos de América ha motivado al gobierno, entre otras acciones a la actualización de las normas jurídicas que rigen la agricultura y la alimentación para lograr la seguridad y la soberanía alimentaria local y nacional. Estas normas jurídicas abordan las pérdidas y desperdicios de alimentos como elemento clave para incrementar la disponibilidad, el acceso y la utilización de los alimentos (Decreto 67/2022).

Los productos de los residuos del papayo fortalecen las cadenas de valor en todos los eslabones, actúan sinérgicamente con otras actividades como lombricultura y la acuicultura (Pérez *et al.* 2020; Oliva, 2021); en esta última, a pesar de que se produce

en Cuba cerca de 27 000 toneladas de peces, no se aprovechan al máximo los residuos de su industrialización, por ejemplo, del procesamiento de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) se generan subproductos equivalentes al 35% del peso, los cuales generalmente al no ser aprovechados, se convierten en un serio problema económico y ambiental (Vargas y Pérez, 2018), de ahí que el país tenga una dependencia de grandes inversiones para la adquisición de piensos y otros productos (Cubadebate, 2015).

El hidrolizado de sangre es el único producido en Cuba, el cual se emplea en la alimentación de todo tipo de animales (Labiofam, 2019); no obstante, existen otras materias primas que también pueden ser explotadas como alternativa para la producción de bioproductos.

Todos estos componentes potencian la Economía Circular Agraria (ECA) que es una estrategia que tiene como fin reducir tanto la entrada de los materiales vírgenes, como la producción de desechos, cerrando los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos (Schouten, 2020; Castro y Raja, 2022). Teniendo en cuenta las diferencias entre la agricultura actual y la circular, deben vincularse más a la sostenibilidad de los sistemas, la interacción planta- animal y el uso de los residuos y estrechar vínculos con la investigación y su aplicación directa a la práctica productiva (Nechifor, 2020; Rus, 2021; CITMA, 2021).

La aplicación de los sistemas agroecológicos, entraña aspectos ambientales, sociales, económicos, culturales, políticos y éticos que son parte de la ECA (López, 2022). La implementación de técnicas agroecológicas como caso paradigmático de la ECA es aún insipiente.

El objetivo de este trabajo es visibilizar las potencialidades que ofrece el papayo dentro de un sistema de ECA.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Unidad Científica Tecnológica de Base (UCTB, Alquizar), perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), ubicada en el municipio Alquizar, provincia de Artemisa a los 22° 47' de latitud norte y los 82° 31' de longitud oeste, a 11 metros sobre el nivel del mar, se estableció un sistema de Economía Circular Agraria centrado en el papayo, cultivar 'Maradol Roja'. La plantación se realizó a través de semillas a una distancia de 3.5 m x 1 m en 0.20 ha. Se estudió el aprovechamiento que ofrece este frutal, teniendo en cuenta sus potencialidades en condiciones de bajos recursos. En el sistema ECA se establecieron dos canteros con lombrices rojas californianas de 2 m x 5 m y se alimentaron con materia orgánica bovina 50 % y restos de frutas de mango 50 % de las plantaciones de la UCTB, según la metodología descrita por (Armas *et al.* 2020) y tomando en cuenta la composición química y los valores nutricionales de este frutal (Vargas, 2019; Ramírez, 2020).

La calidad del sustrato fue probada con las pruebas de cajas realizadas. Se aprovecharon excretas de ganado bovino externas, restos de mango de la propia institución y restos de pescado del comedor.

Con el látex de papayo (como fuentes de enzimas proteolíticas) y los sustratos: carne de lombriz roja californiana, residuos de pescado y sangre de cerdo, se produjeron tres tipos de hidrolizados proteicos. La extracción del látex se realizó en los frutos de papayo según las técnicas sugeridas por (Saran *et al.* 2016; Oliva *et al.* 2019).

Se utilizaron 10 g de látex extraídos de frutos verdes (o como sustituto se pueden emplear 40 g de peciolos), los que se pusieron en contacto con 500 g de cada sustrato proteico. Se colocaron una hora manteniendo la temperatura entre 60 y 80 °C y se filtró la mezcla sólido-líquido siendo el sobrenadante un producto rico en aminoácidos y otros péptidos deseados.

En la Figura 1 se muestra la fruta de papayo con el látex extraído después del corte longitudinal, el recipiente con lombrices y látex antes de someterlo al tratamiento de calor y el sobrenadante que se obtiene producto de la hidrólisis de las proteínas, rico en péptidos y aminoácidos y algunos residuos del cuerpo de la lombriz que no fueron digeridos por las enzimas proteolíticas.

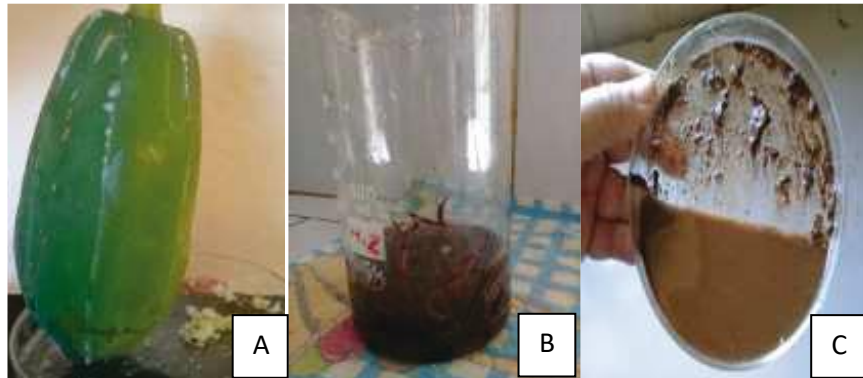


Figura 1. Producción de hidrolizado de lombriz con látex de papayo. A: fruta de papayo con el látex extraído después del corte longitudinal. B: recipiente con lombrices y látex antes de someterlo al tratamiento de calor. C: sobrenadante que se obtiene producto de la hidrólisis de las proteínas.

Los aminoácidos y péptidos obtenidos se utilizaron para plantas y/o animales. El hidrolizado de pescado para animales se probó en rumiantes (carneros y reses). En la CPA Niceto Pérez del municipio Güira de Melena, se ensayó este hidrolizado en tres vacas y tres carneros a razón de 1cc por kg de peso corporal tres veces por semana. Se evaluó, el apetito, estado de salud general y la mortalidad en las tres vacas y tres carneros machos en estudio.

En plantas de papayo, se seleccionaron para cada tratamiento, cinco plantas de seis meses de edad en el momento de la floración y cuaje de los frutos en el mes de julio.

Tratamiento 1. Testigo no tratado.

Tratamiento 2. Hidrolizado de lombriz 50 % + humus líquido 50 %. 200 cc/16 litros de agua.

Tratamiento 3. Humus de lombriz líquido. 200 cc/16 litros de agua.

Se evaluaron en las plantas los porcentajes de frutos cuajados mediante un análisis de varianza simple y las diferencias entre las medias se establecieron por el test de tukey ($p < 0.05$) a través del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2016). Para la obtención de los resultados se empleó la fórmula

$$PMH = \frac{MI - MR}{MT} \cdot 100$$
, donde: PMH (porcentaje de masa hidrolizada); MI (Masa inicial); MR (masa residual); MT (masa total). Los datos se procesaron mediante el programa Microsoft Office Excel 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se sugiere que los hidrolizados constituyen un excelente recurso para la interacción planta-animal dentro de los modelos de agricultura circular, donde se pueden aprovechar los desechos orgánicos (Mesa *et al.* 2021; López, 2021; Schouten, 2022). La figura 2 muestra el porcentaje de masa hidrolizada para los tres bioproductos obtenidos.

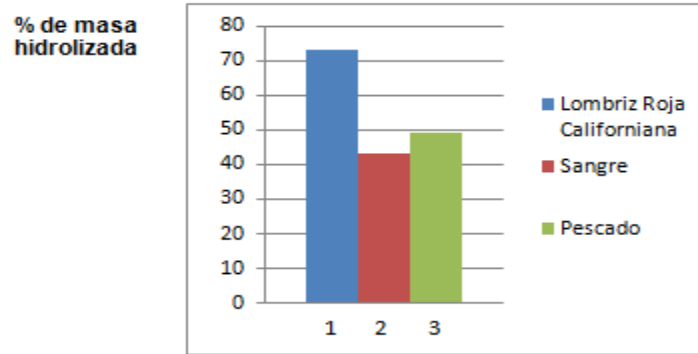


Figura 2. Hidrolizados de aminoácidos de lombriz roja californiana, sangre de cerdo y residuos de pescado.

Los porcentajes obtenidos en la lombriz de masa sustrato digerida y convertida en sobrenadante soluble, rico en aminoácidos y péptidos, fue mayor (70 %) respecto a sangre y pescado (valores entre el 40 y 50% respectivamente), estos últimos son sustratos con otros componentes no proteicos que generan menos residuos aminoacídicos. Los tres hidrolizados proceden de proteínas con alto valor biológico, ricos en aminoácidos esenciales. La lombriz posee una composición proteica aceptable para ser utilizada como una fuente alternativa para la nutrición animal, además contiene ácidos grasos esenciales como el linolénico y araquidónico y minerales (Oliva *et al.* 2020). Estos residuos, a pesar de ser ricos en proteínas y aminoácidos, la mayoría de las veces son descartados sin ningún intento de recuperación o destinados a la alimentación animal, harina de pescado o fertilizantes (Gómez y Zapata, 2017).

➤ Utilización del hidrolizado de pescado en la alimentación de animales poligástricos.

El vínculo del papayo con la producción de piensos se materializa por las enzimas que contiene (Hernández *et al.* 2019).

A partir de las observaciones realizadas por la veterinaria, el hidrolizado de pescado suministrado a los seis rumiantes, potenció un aumento en el apetito, no se mostraron alteraciones digestivas u otras manifestaciones de deterioro del estado de salud general, con cero mortalidad en las tres vacas y tres carneros machos en estudio (Figura 3). Los péptidos específicos de tipo hormonal obtenidos por hidrólisis de proteínas pueden modular la motilidad gastrointestinal, el metabolismo endocrino y la ingesta (Gilbert *et al.* 2008).



Figura 3. Hidrolizados de aminoácidos de residuos de pescado suministrado a rumiantes. A: carneros. B: vacas.

En trabajos anteriores en cerdos donde se suministró el hidrolizado de pescado (1cc por kg de peso corporal), por el olor atrayente del pescado, los criadores observaron una mejoría del estado general del animal, más avidez en su consumo e incrementos en peso corporal en un 15 % (Furlan y Oetterer, 2002). Blanch (2018), afirmó que es conveniente el uso de proteínas con actividad biológica en la alimentación porcina siendo los peces una de las de mayor utilidad. Oliva *et al.* (2020), utilizaron los hidrolizados de lombriz y pescado en gallinas obteniendo mayor producción de huevos y un aumento del apetito al suministrar *al libitum*.

➤ Utilización del hidrolizado de lombriz en el cuajado de frutos de papayo.

Se denomina cuaje al proceso que marca la transición del ovario de la flor a fruto. Este proceso involucra la iniciación de un crecimiento rápido de los tejidos del ovario, como consecuencia de una activa división celular, que constituye el primer estadio del desarrollo del fruto. Si el crecimiento no se inicia, o una vez iniciado cesa, el ovario se desprende y por lo tanto, no cuaja la flor. Uno de los requisitos para que se produzca el cuaje según Revillae y Zarra (2013) es el aporte adecuado de foto asimilados, es decir, de los productos de la fotosíntesis, cuando el ovario inicie el desarrollo.

La estrategia de nutrición, más el empleo de la bioestimulación se ha convertido en la mejor alternativa agronómica de manejo, para lograr mejores resultados y aumentar la eficiencia productiva del papayo con el incremento de la producción hasta de un 15 % (INTAGRI, 2020; Naturblanch, 2022). La tabla 1 muestra la aplicación foliar del bioproducto en plantas de papayo.

Tabla 1. Aplicación foliar del bioproducto elaborado con hidrolizado de lombriz y humus líquido.

Tratamientos	Número de flores	Número de frutos cuajados al mes de aplicado	Porcentajes de frutos cuajados
Testigo	55	13	23c
Hidrolizado de lombriz	62	25	40a
50%+ humus líquido 50% Humus de lombriz líquido	60	20	33b
ES			3.28
CV			14

Las aplicaciones de los bioproductos mejoraron el cuajado de los frutos, que desde los inicios del crecimiento de las plantas se manifestaba deficiente, debido a la abscisión de estructuras reproductivas provocadas por las altas temperaturas en los primeros meses del crecimiento, superiores a 30 °C y las infestaciones por el virus de la Mancha Anular (Saran *et al.* 2016). El cuajado en el testigo no tratado fue significativamente menor a los bioproductos aplicados con un 23 %, en el humus de lombriz líquido (testigo) fue 33 % y el compuesto humus líquido + aminoácidos 40 %. Espasa (1983) menciona que los aminoácidos libres de los hidrolizados de proteína no solo constituyen un nutriente, sino que son un factor regulador del crecimiento para las plantas y actúan como estimuladores del metabolismo incentivando la síntesis de proteínas, mejorando el transporte y almacenamiento de nitrógeno, siendo asimilado por las plantas como nitrato y amonio (Rickli y Pérez, 2016). La investigación científica trata de lograr la mayor expresión genética para optimizar el rendimiento y la calidad de un cultivo, a través del uso de nuevas sustancias. Los nuevos ingredientes son: aminoácidos específicos, brasinosteroides, salicilatos, jasmonatos, estrigolactonas, betaínas, polioles, polisacáridos, poliaminas y extractos vegetales (González, 2018). Dos bioestimulantes producidos en el país se aplicaron en la etapa reproductiva del papayo 'Maradol Roja' al inicio de la floración en la región oriental del país, bajo condiciones de altas temperaturas y secano que provocaban bajos rendimientos, el Pectimorf a 200 mg.ha⁻¹ y el QuitoMax a 300 mg.ha⁻¹. Los resultados mostraron que cuando se aplica QuitoMax se incrementa el rendimiento hasta 54,41 t.ha⁻¹, seguido de la aplicación de Pectimorf, 24,71 t.ha⁻¹, los promedios de rendimientos en las condiciones antes señaladas no superaban las 20 t.ha⁻¹ (González *et al.* 2019).

Múltiples experimentos científicos y estudios aplicados llevados a cabo en el siglo pasado han demostrado que las superficies de la planta son permeables a los fertilizantes foliares. Se pretende en futuros trabajos elaborar fertilizantes foliares a partir de los aminoácidos que se obtienen de los hidrolizados (SEMBRATIA, 2020).

CONCLUSIONES

Tanto los tejidos del papayo como los residuos animales utilizados en la producción de hidrolizados, contribuyeron a la sostenibilidad de los sistemas, la interacción planta-animal y al fortalecimiento de la Economía Circular Agraria.

BIBLIOGRAFÍA

- ARMAS, D. y H.M. OLIVA. 2020. El uso de residuos de mango para alimentar la lombriz roja californiana. *Revista Citrifrut*, 37(1): 31-35.
- BLANCH, A. 2018. Uso de proteínas con actividad biológica en nutrición porcina. Consultado: 15 de septiembre de 2023. Disponible en: <http://nutricionanimal.info.com>.
- CASTRO T.R y H. RAJA. 2022. ¿Innovación Abierta, Economía Circular, Producción Más Limpia, alternativas, principios o fundamentos para la producción agropecuaria cubana? *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4): 90-96.
- CITMA. 2021. Diagnóstico de la Economía Circular en Cuba. Lanzamiento del Proyecto Internacional de Asistencia Técnica para la # Economía Circular en Cuba.

- Consultado: 15 de febrero de 2022. Disponible en: <http://citmacuba.pic.twitter.com/k3ATXFTwPS>.
- CUBADEBATE. 2015. Cuba registra nuevo récord en producción acuícola. Consultado: 12 de marzo de 2020. Disponible en: www.cubadebate.cuba/registra-nuevo-record-en-produccion-acuicola.htm.
- DECRETO 67/2022. Reglamento de la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional. GOC-2022-755-O77. p. 2097-2139.
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- ESPASA, R. 1983. La fertilización foliar con aminoácidos. *Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: fruta, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, 12(1): 33-35.
- FURLAN, E.F y M. OETTERER. 2002. Hidrolizado proteico de pescado. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 10(19): 75-79.
- GILBERT, E. R.; E. A. WONG and K.E. WEBB. 2008. Board-invited review: Peptide absorption and utilization: Implications for animal nutrition and health. *Journal of Animal Science*, 86(9): 2135-2155. Consultado: 20 enero de 2021. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/cbcb/4eccd0f1c725692eb531596ca09a7cf8e41b.pdf>.
- GÓMEZ, L.J. y J.E. ZAPATA. 2017. Efecto del Nivel de Grasa y Velocidad de Agitación en la Hidrolisis Enzimática de Vísceras de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*). *Revista Inf. Tecnol.*, 28(4): 47-56.
- GONZÁLEZ, B.R. 2018. Bioestimulación del Amarre y desarrollo de fruto de papaya y mango. *Revista Nutrición Vegetal. Artículos Técnicos de INTAGRI*, 116(2):1-12.
- GONZÁLEZ, L.G.; M.C. JIMÉNEZ; A. OLIVA; A. ALARCÓN y A. FALCÓN. 2019. Evaluación del Pectimorf y Quitomax en el cultivo de la papaya (*Carica papaya*, L) cv Maradol Roja). *Redel. Revista Granmense De Desarrollo Local*, 3(4): 262-271.
- HERNÁNDEZ, M.R.; H.M. OLIVA; C.M. NORIEGA; M.E. RODRÍGUEZ; R. JIMÉNEZ; J.B. VELÁZQUEZ; Y. GUZMÁN; D. ZAMORA; M.R. NODA; M. ORTIZ; Y. RODRÍGUEZ; L. RAMOS; L. LUGONES; M. FALCÓN y R. VALLESTER. 2019. Contribución de la UCTB, Alquízar, al desarrollo local sostenible en la provincia Artemisa. Premio CITMA, Archivos CITMA provincia Artemisa, Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. p 1-90.
- HLEAP, J.; I. ZAPATA y C.A. GUTIÉRREZ. 2017. Hidrolizados de pescado producción, beneficios y nuevos avances en la industria. Consultado: 18 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/acag.v6n3.52595>. ISSN 0120-2812: p 311-322.
- INTAGRI. 2020. Innovaciones en el cultivo de Papaya para una alta producción. Serie Frutales. Artículos Técnicos de INTAGRI S.C, México, 62(4): 1-6.
- LABIOFAM. 2019. Vademecum. Impresiones MINAG suplementos nutricionales: 204-205.
- LÓPEZ, J.Y. 2022. Transformaciones agroecológicas de la finca Santa Rosa y su orientación a la Economía Circular. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Artemisa. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Técnicas y Económicas. 78 p.

- LÓPEZ, J.Y. 2021. Diagnosticar desde el punto de vista agroecológico el sistema de producción agropecuario de la Finca Santa Rosa. Trabajo de Curso. Universidad de Artemisa. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Técnicas y Económicas. Disciplina Producción Agrícola. Asignatura: Práctica Agrícola II. 26 p.
- MESA, J.; W.R. PADRÓN y M. QUEVEDO. 2021. Finca Universitaria “El Pedregal”. Una contribución a la conservación de la biodiversidad y la tarea vida en Cienfuegos. *Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local*, 8(2): 65-80.
- NATURBLANCH. 2022. Mundo vegetal y economía circular medio ambiente y naturaleza: Consultado: 25 de enero de 2023. Disponible en: <https://naturblanch.es/mundo-vegetal-y-economia-circular/>.
- NECHIFOR, V.; A. CALZADILLA; R. BLEISCHWITZ; M. WINNING; X. TIAN and A. USUBIAGA. 2020. Steel in a circular economy: Global implications of a green shift in China. *World Development*, 127(1): 1-9.
- OLIVA, H. 2018. Usos tradicionales e industriales del papayo. Curso Internacional del papayo. La Habana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. p 1-16.
- OLIVA, H.; M.E. RODRÍGUEZ y C.M. NORIEGA. 2019. Apoyo Tecnológico de la UCTB Alquizar a la cadena de papaya en Artemisa. CD “Evento Provincial 2020” con ISBN: 978-959-16-3609-6, Universidad de Artemisa, Biblioteca: 1-7.
- OLIVA, H.M.; C.M. NORIEGA; M.E. RODRÍGUEZ; M. HERNÁNDEZ; J.R. CUETO; L. RAMOS; T. MULKAY; D. ZAMORA; Y. GUZMÁN; M. ORTIZ; D. ARMAS y Y. RODRÍGUEZ. 2020. Desarrollo integral del cultivo del papayo (*Carica papaya* L.) en Cuba. Premio CITMA 2020. UCTB Alquizar. CITMA Artemisa. p 60.
- OLIVA, H.M.; C.M. NORIEGA; M.E. RODRÍGUEZ; Y. GUZMÁN, D. ARMAS y L.Y. SÁNCHEZ. 2020. Hidrolizados de proteínas y su utilización en la Agricultura. *Revista Citrifrut*, 37(2): 47-56.
- OLIVA, H.M.; M.E. RODRÍGUEZ; C. NORIEGA; D. ZAMORA; L.Y. SÁNCHEZ; Y. GUZMÁN; R. VALLESTER y D. ARMAS. 2021. Frutales de alta utilidad para sistemas agroecológicos rurales y urbanos. Convención Evento Medio ambiente. Congreso Manejo de Agrosistemas. Distribución en el sitio web del CITMA provincia Artemisa.
- PÉREZ, J.; M. DEL C. PÉREZ; J. GONZÁLEZ; M. GONZÁLEZ y A. RUIZ. 2020. Una nueva forma de gestión para entidades agropecuarias: Cadenas de valor agroalimentarias, estudio de caso. Proyecto PAAS, Ed. Agroecológica, p. 24-25. ISBN: 978-959-7248-21-7.
- PRIETO, L. 2016. “Circular Economy: An economic and industrial model to achieve the sustainability of society,” in Proceedings of the 22nd Annual International Sustainable Development Research Society Conference. Rethinking Sustainability Models and Practices: Challenges for the New and Old World Contexts, 2(2): 504-520, en R.F. Joanaz de Melo, João; Disterheft, Antje; Caeiro, Sandra; Santos and T. B. Ramos, Eds. Lisbon: ISDRS, 2016.
- PROCHILE. 2018. Tendencias de Mercado. Ingredientes Funcionales en Estados Unidos en EE.UU. Consultado: 16 de mayo de 2021. Disponible en: www.neutraceuticalworlds.com.

- RAMÍREZ, A. 2020. Caracterización Química de la semilla de Mango (*Mangifera indica* L.) y la valorización de algunos de sus componentes. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, IPN. XII Encuentro Mujeres en la Ciencia: p 5.
- REVILLAE, G. y I. ZARRA. 2013. Fisiología vegetal. Introducción a las células de las plantas: membranas y pared. Fundamentos de Fisiología Vegetal 2da. Edición. Ediciones de la Universidad de Barcelona, p. 195-339.
- RICKLI, L. y F.S.B. PÉREZ. 2016. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. *Pesq. flor. bras.*, Colombo 36 (87): 211-218.
- RUS, E. 2021. Diferencia entre ciencia y tecnología. Consultado: 5 de septiembre de 2022. Disponible en: www.economipedia.com.
- SARAN, P.; I. SINGH and R. CHOUDHARY. 2016. Papaya, Biology, Cultivation Production and Uses. Consultado: 20 de febrero de 2023. Disponible en: <https://papayacultivationuses.fancisgroup.bocaraton.fl.edllc.com>.
- SCHOUTEN, C. 2020. Circular agriculture: A vision for sustainability. Consultado: 15 de septiembre de 2021. Disponible en <https://bit.ly/3aNeVIT>.
- SCHOUTEN, C. 2022. ¿Qué es la agricultura circular? Conoce este interesante concepto. Portal de sostenibilidad ambiental. Consultado: 4 de octubre de 2022. Disponible en: sostenibilidad@camaravalencia.com.
- SEMBRATIA. 2020. Funciones de los aminoácidos para la bioestimulación de cultivos hortícolas y frutícolas. Consultado: 11 de marzo de 2022. Disponible en: <http://www.aminoácidos.bioestimulación.cultivos.sembratia.htm>.
- VARGAS, M. DE L.; H. FIGUEROA; J. ABRAHAM; V. TAMAYO; M. TOLEDO y V. M. MOO. 2019. Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. CIENCIA ergo-sum, *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26(2): 1-5.
- VARGAS, Y.A y L. I. PÉREZ. 2018. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1): 1-14.