

CONGRESO NACIONAL DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL CENTRO ACUÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL DE GAIRA - DIDIER ABDALA RIVERA



Áreas temáticas:

- Producción agroecológica y animal
- TICs, innovación y diseño de prototipos en tiempos de pandemia
- Procesos industriales y de manufactura
- Agroindustria y seguridad alimentaria
- Economía circular, conservación biodiversidad, negocios verdes

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas 0000.

Congreso Nacional de Sostenibilidad Ambiental (2o. : 2021 : Santa Marta)

Congreso Nacional de Sostenibilidad Ambiental del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira/Santa Marta : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, 2021.

1 recurso en línea (66 páginas : PDF). -- (Congreso Nacional de Sostenibilidad Ambiental, ISSN 2744- 9963)

Referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

Contenido: Ciclo de vida de la mariposa diurna *Methona confusa* Butler, 1873 (Lepidoptera: ithomiidae) -- Caracterización preliminar de algunas variables físico-químicas de una composta casera durante el periodo Mayo Agosto -- Exploración de agentes microbianos para control de pudrición basal en Pithaya, Acevedo, Palestina, Huila -- Bebederos solares para fauna silvestre -- Planting, una alternativa sostenible al "Fracking" -- Impacto de la implementación de mallas recolectoras de residuos sólidos en fuentes hídricas de aguas superficiales: visión global-

1. Investigación y desarrollo--Congresos, conferencias, etc. 2. Desarrollo sostenible Investigaciones --Congresos, conferencias, etc. I. Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira. CDD: 333.72

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA REGIONAL MAGDALENA CENTRO ACUÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL DE GAIRA

CARLOS MARIO ESTRADA
Director General del SENA

FARID DE JESÚS FIGUEROA TORRES
Director de Formación Profesional

VICTOR HUGO ARMENTA HERRERA
Director Regional Magdalena

BICHARA JOSÉ ZABLEH HASBÚN
Subdirector del Centro Acuícola
y Agroindustrial de Gaira

JAIRO ABELLO CAMARGO
Coordinador de Formación del Centro
Acuícola y Agroindustrial de Gaira

SOCORRO SÁNCHEZ FAJARDO
Líder SENNOVA del Centro Acuícola
y Agroindustrial de Gaira

ALINE ISABEL MELO HENRÍQUEZ
Líder Investigación del Centro Acuícola
y Agroindustrial de Gaira

Aline Isabel Melo Henríquez
Socorro Sánchez Fajardo
GESTOR EDITORIAL

*Sandra Celia Tapia Cora, Faritza Narváez Cabrera,
Daniela Alejandra Tay Torres, Juan Felipe Toro Pulido,
Arnold Iván Amia Ahuanari, Denilson Bello Penagos,
Arturo Barrera Suarez, De Las Salas, K, Hernández, G.;
Aguilar, OL, Henry Eduardo Jiménez Castellanos,
Paola Andrea Rodríguez Ortiz, Adrián Fernando Muñoz
Macías. Bello Morales C.E.; Barrera Silva Ma. G., Ocejo
Zapata A.I., Martínez Cabanillas A. M., Luis Vásquez M.A.
Arrieta Noguera, E*
Autores

Angela María Cano García
Diagramación y Diseño
Diseño de Portada

<https://stock.adobe.com/>
Fotografía de portada

ISSN: 2744-9963
© Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Febrero de 2021
Santa Marta, Colombia



Hecho el depósito que exige la ley.

Esta publicación surge como un producto de divulgación de investigación de los proyectos presentados en el "Segundo Congreso Nacional de Sostenibilidad Ambiental", registro SGPS 3628 - 2019, vinculado al grupo de investigación INSEGAIIRA con código COL0157737, dentro del marco de convocatoria nacional del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA y el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, SENA - Regional Magdalena. El contenido de esta obra no compromete a la institución, corresponde al derecho de divulgación de resultados de investigación de los autores. Todos los derechos reservados. Puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

CONTENIDO

Ciclo de vida de la mariposa diurna <i>Methona confusa</i> butler, 1873 (Lepidoptera: ithomiidae) en el SENA Regional Amazonas, Leticia, Colombia	7
Sandra Celia Tapia Cora, Faritza Narváez Cabrera, Daniela Alejandra Tay Torres, Juan Felipe Toro Pulido, Arnold Iván Amia Ahuanari, Denilson Bello Penagos, Arturo Barrera Suarez.	
Caracterización preliminar de algunas variables físico-químicas de una composta casera durante el periodo Mayo Agosto	15
De Las Salas, K, Hernández, G.; Aguilar, OL.	
Exploración de agentes microbianos para control de pudrición basal en Pitahaya, Acevedo, Palestina - Huila	23
Henry Eduardo Jiménez Castellanos, Paola Andrea Rodríguez Ortiz, Adrián Fernando Muñoz Macías	
Bebederos solares para fauna silvestre	35
Bello Morales C.E.; Barrera Silva Ma. G., Ocejo Tapia A.I., Martínez Cabanillas A. M., Luis Vásquez M.A.	
<i>Planting</i> , una alternativa sostenible al “ <i>Fracking</i> ”	47
Arrieta Noguera, E	
Impacto de la implementación de mallas recolectoras de residuos sólidos en fuentes hídricas de aguas superficiales: visión global	59
Rengifo Duque, Yennifer Danys, Palmera Horta, Kelly Johana, Mora Higuera, Leidy Milena, Mancera Gutierrez, Elizabeth , Pacheco Torres, Pedro Jessid.	

PRESENTACIÓN

La presente revista es el resultado del segundo Congreso Nacional de Sostenibilidad Ambiental del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira - Didier Rivera Abdala del SENA Regional Magdalena. Se desarrolló el 5 y 6 de noviembre del 2020, en la modalidad virtual dado que en este año nos encontramos en una situación mundial por la pandemia por SARS - CoV 2 (Covid 19) que nos invitó a mantener el autoconfinamiento como una de las medidas de protección para todos los habitantes del mundo.

El evento estuvo dedicado a la memoria del instructor investigador Didier Abdala Rivera, quien hizo parte fundamental del grupo de investigación del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, por su empeño, dedicación y constante espíritu investigativo, quién lastimosamente partió a la presencia de Dios, en estos tiempos tan difíciles, siempre estará con nosotros.

El objetivo principal fue divulgar experiencias y resultados de investigaciones teóricas y prácticas que contribuyan al conocimiento y a la construcción de redes en el marco de la Ciencia, Tecnología e Innovación y que aporten al desarrollo de políticas públicas en busca de una sociedad incluyente, participativa e innovadora desde el Desarrollo sostenible, en estos tiempos de pandemia. En este sentido, participaron aprendices e instructores pertenecientes a semilleros de investigación y grupos de investigación de los Centros de formación del SENA a nivel nacional, que estén desarrollando investigación e innovación mediante programas y proyectos en los ejes temáticos del congreso; además de funcionarios administrativos y estudiantes de instituciones de educación superior públicas y privadas, que desarrollaron procesos de investigación e innovación culminados o en curso; Investigadores asociados a Grupos de Investigación reconocidos por MINCIENCIAS, investigadores de centros de investigación pública y privada del orden nacional e Internacional, así mismo funcionarios de organizaciones públicas, gobierno nacional, departamental y municipal, que hayan desarrollado alguna investigación en Innovación; y empresarios de compañías que estén generando impacto en la ciudad de Santa Marta y alrededores y que hagan parte de los ejes temáticos del congreso.

Contamos con la participación de los conferencistas magistrales: Emilia Wanda Rutkowski, Doctora en arquitectura y Urbanismo por la Universidad de São Paulo, Magister en Limnología por la Universidad de Stirling - Escocia, Especialista en limnología y Manejo de Represas en la Universidad de São Paulo, Profesional en Ciencias Biológicas por la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Con el tema: Sustentabilidad socioambiental basura cero.

Y Orlando Samuel Miño, Lic. en Genética, Dr. en Ciencias Veterinarias y Post-Doc en Virología. Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina. Cuenta con más de 20 publicaciones en temas como epidemiología molecular y evolución en Rotavirus equino, Influenza equina, Coronavirus Bovino y Herpesvirus equino tipo 1 y 3 y Herpesvirus bovino tipo 1 y 5. Conferencia: 2020, moralejas de un año de aprendizaje "El mundo nos demostró que se puede trabajar en conjunto".

Continuamos cultivando estrategias de divulgación de conocimientos de las investigaciones a nivel nacional e internacional y así fortalecer la cultura investigativa en nuestros aprendices e instructores SENA del país.

CICLO DE VIDA DE LA MARIPOSA DIURNA *Methona confusa* BUTLER, 1873 (LEPIDOPTERA: ITHOMIIDAE) EN EL SENA REGIONAL AMAZONAS, LETICIA, COLOMBIA

Sandra Celia Tapia Cora¹, Faritza Narváez Cabrera², Daniela Alejandra Tay Torres²
Juan Felipe Toro Pulido², Arnold Iván Amia Ahuanari², Denilson Bello Penagos²
Arturo Barrera Suarez³

RESUMEN

En la región sur de la Amazonia colombiana, el conocimiento de los aspectos biológicos de las mariposas diurnas (Lepidóptera) aún es escaso. Por lo que es necesario realizar estudios de ciclos biológicos y de adaptación reproductiva de las mariposas diurnas, sobre todo en condiciones de confinamiento. El presente artículo de investigación, tuvo como objetivo describir el ciclo de vida de *Methona confusa*, una especie de mariposa diurna. Fue evaluado en detalle, las diferentes etapas de su ciclo de vida, de algunos aspectos ecológicos, su adaptación alimentaria, reproductiva y los principales depredadores. El estudio fue realizado en el Centro para la Biodiversidad y el Turismo del Amazonas del SENA Regional Amazonas, en la ciudad de Leticia, departamento del Amazonas. El principal propósito fue desarrollar el manejo de la especie y realizar la transferencia tecnológica, con fines educativos para los programas de formación profesional integral de la red ambiental del SENA.

PALABRAS CLAVES: Amazonia colombiana, biología; insectos; larva; *Methona confusa*.

INTRODUCCIÓN

Colombia ocupa el segundo lugar a nivel mundial en riqueza de especies de mariposas con 3272, antecedida del Perú con 3710 y en tercer lugar esta Brasil con 3268 (Andrade *et al.* 2015). Es así, que el país cuenta con mariposarios legalmente constituidos con fines educativos y de recreación, tales como el del Jardín Botánico del Quindío en Calarcá y el del Zoológico de Cali (Gómez, 2006). Actualmente, los mariposarios están siendo desarrollados como atractivos al turismo como en el Zoológico de Cali, en el Jardín Botánico de Medellín, y en el Parque Natural ARVI, en el Departamento de Antioquia.

Bióloga, PhD., Instructora-Investigadora SENNOVA del área ambiental, Centro para la Biodiversidad y el Turismo del Amazonas, SENA Regional Amazonas, Leticia, Amazonas, stapia@sena.edu.co 2Aprendices del Semillero de Investigación Tagua, 3Estudiante de la Universidad Tecnológica de Antioquia

Sin embargo, desde el año 2001, existen mariposarios con fines de producción comercial, como el de la empresa Alas de Colombia, en el Valle del Cauca, donde se manejan alrededor de 30 especies de mariposas para exportación y venta a nivel nacional en el mercado de liberación de mariposas en eventos (Gómez, 2006)

Las mariposas diurnas (Lepidóptera) son consideradas especies bioindicadores ecológicos, debido a su estrecha relación con las plantas (Caro, 2013) e indicadoras del estado de conservación del ecosistema (Santos *et al.* 2017). Cuando son larvas (orugas) se alimentan de las hojas de las plantas, y al alcanzar el estado adulto se alimentan del néctar de las flores y jugos vegetales, cumpliendo un rol importante en la polinización de diversas plantas (Vásquez *et al.* 2017a, Vásquez *et al.* 2017b). Las mariposas en sus diferentes estadios de desarrollo forman parte de la dieta proteica de diversos organismos en el medio natural y sus bellezas naturales las hacen poseedoras de un gran potencial para fines educativos (Caro, 2013), de recreación e investigación científica (Vásquez *et al.* 2017b). Sin embargo, a pesar de los avances de la zootecnia de mariposas que existen en Colombia, los aspectos biológicos como sus plantas alimenticias, ciclos biológicos, depredadores naturales y parámetros reproductivos en cautiverio no son muy conocidos (Gómez, 2006), y es una limitante para desarrollar crianzas sostenibles en esta parte de la Amazonia

colombiana. También, la falta de inventarios faunísticos actuales y especialmente de mariposas diurnas en el departamento del Amazonas (Andrade *et al.* 2015) aún es poco conocida, siendo necesario conocer la diversidad de especies de mariposas (Lepidóptera) en el departamento del Amazonas y sobre todo estudiarlas, ya que el conocimiento de la biología y ecología de las especies es esencial para cualquier iniciativa de conservación o manejo en la región.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el ciclo de vida de la mariposa diurna *Methona confusa* en el SENA Regional Amazonas, en la ciudad de Leticia, departamento de Amazonas, Colombia; con el propósito de adquirir conocimiento y desarrollar técnicas de manejo con fines educativos y de conservación, incluyendo la liberación de las mariposas en el vivero multifuncional del SENA y en el bosque natural del Centro para la Biodiversidad y el Turismo del Amazonas.

MATERIAL Y METODOS

Localización del área de estudio:

En el año 2018, en el Centro para la Biodiversidad y el Turismo del Amazonas del SENA Regional Amazonas, se estableció un vivero con plantas ornamentales, plantas alimenticias y hospederas para mariposas, en donde fue desarrollado el presente estudio, localizado en el municipio de Leticia, Amazonas, Colombia (W 69°56'52.25", S 04°11'50.74") (Figura 1). Leticia, se caracteriza por tener una precipitación anual de 1216 mm, con temperatura promedio anual de 25.8 oC (IDEAM, 2020).



Figura 1. Localización del estudio en el vivero multifuncional en el SENA Regional Amazonas, Leticia, Amazonas, Colombia.

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Google Earth

Para el presente estudio se realizó una identificación visual de las varias especies de mariposas que habitan en el bosque secundario del SENA Regional Amazonas. Entre estas, seleccionamos a la mariposa *Methona confusa* una especie nativa de los ambientes de bosques del sur de Colombia (Andrade *et al.* 2015) y que ya posee protocolo de zootecnia (Delgado, 2011). Además, por ser una especie abundante en el centro y por poseer un padrón de actividad diurno, ideal para las actividades de visitación del área del vivero. También, por su belleza natural, perteneciendo al grupo de mariposas denominadas de "alas de cristal" y por poseer larvas que se destacan en el ambiente con coloración aposemática de colores vivos para advertencia contra la predación (Figura 2).

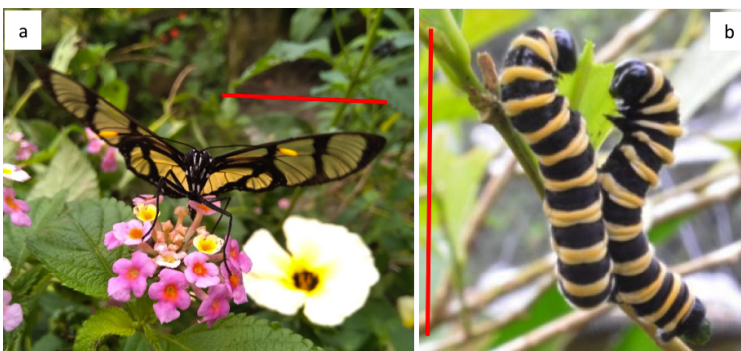


Figura 2: Ejemplar adulto de la mariposa *Methona confusa* alimentándose del néctar de la planta *Lantana camara* (a), destacando la coloración de advertencia de sus larvas (b).

Para el seguimiento biológico de *M. confusa* se inició con la colecta de huevos, traslado al laboratorio, instalación de larvas en envases plásticos, alimentación y seguimiento diario del ciclo biológico.

RESULTADOS

Colecta de huevos

Se recolectó 53 huevos de *M. confusa* en el envés de una hoja de *Brunfelsia grandiflora* (Solanaceae) y se colocó en una caja petri para su traslado al laboratorio e iniciar el seguimiento diario del ciclo biológico. En el laboratorio, los huevos recolectados fueron acondicionados en un envase de plástico con tapa hermética y malla de nailon para evitar depredadores y esperar la eclosión.

Periodo larval

Al cabo de cinco días, eclosionaron 49 larvas de *M. confusa*, las cuales fueron sub divididos y acondicionados en cinco envases de plástico con tapa y malla de nailon (10 larvas en 4 envases y 9 en el último envase). Las larvas, fueron alimentadas diariamente dos veces al día (8:00 am y 5:00 pm) con hojas frescas de la planta hospedera *B. grandiflora*. La limpieza de los envases, fue realizado de dos en dos días, en el horario de las 8 am, antes del cambio diario del alimento. El periodo larval, tuvo una duración entre 19 y 21 días, pasando por 5 estadios larvales, siendo que en los últimos estadios (4.o y 5.o) se observó que las larvas tuvieron un mayor apetito, llegando a devorarse las hojas muy rápidamente y se tuvo que aumentar más una vez la alimentación diaria. El número de estadios, fue determinado a través de las mudas larvales y de las capsulas cefálicas que fueron emergiendo las larvas en cada estadio. También, en los envases de plástico fueron colocados ramas secas de diversos tamaños para facilitar la migración y la fase de pre pupa y pupa.

Crecimiento de las larvas

Durante este periodo, fue registrado el crecimiento diario de las larvas de *Methona confusa* con auxilio de una regla milimetrada y en donde podemos observar el crecimiento exponencial ($n=3$), conforme pasan los días de su periodo larval (Figura 3).

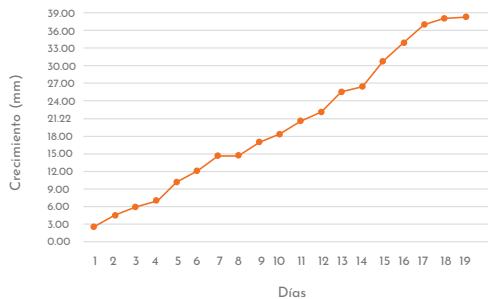


Figura 3. Registro del crecimiento diario (mm) de las larvas de *Methona confusa* durante los 19 días de duración del periodo larval en el laboratorio del SENA Regional Amazonas. Fuente: Elaboración propia

Fase de prepupa

La fase de pre pupa, tuvo una duración de dos días, y fue observado que las larvas dejan de alimentarse y se enroscan y quedan en un estado inmóvil. En este periodo, es importante no manipularlas hasta que cada una de las larvas pasen a la fase de pupa.

Fase de pupa

El periodo de pupa o crisálida, tuvo una duración de 9 días, en donde fue observado que la coloración de la pupa va mudando de claro-oscuro-negro, y este último indica el final del periodo de pupa.

Emergencia y liberación de las mariposas adultas

Después de nueve días, se inicia la eclosión de las mariposas adultas, siendo que en nuestro seguimiento emergieron 45 mariposas adultas. La mayoría de nacimientos ocurrieron entre 8:00 y 9:00 de la mañana. Las mariposas adultas fueron liberadas al segundo día de nacido la mariposa. Fue observado que, al día siguiente, las alas de las mariposas adultas están más resistentes y el constante aleteo ya indica el momento de que ya pueden ser liberadas. Fueron liberadas un total de 25 mariposas adultas en el interior del vivero y 20 mariposas adultas en los exteriores del vivero. En las liberaciones de las mariposas, se tuvo la participación de los aprendices del semillero de investigación *Tagua*, así como de niños (hijos de los aprendices y de nuestros colegas del SENA) que, de una u otra manera fueron participes del estudio, ya que acompañaron el seguimiento del ciclo de vida de la mariposa, acompañando el crecimiento de las larvas.

Ciclo de vida total

En el esquema abajo representa el ciclo de vida total de la mariposa *M. confusa*, en donde se observa las diferentes fases de la metamorfosis: periodo de incubación de cinco (5) días, periodo larval con una duración entre 19 y 21 días con cinco (5) estadios larvales, fase de pre pupa de dos (2) días y fase de pupa o crisálida de hasta nueve (9) días, para emerger a la fase adulta, que en condiciones de cautiverio vivió entre 36-42 días. Siendo que la duración del ciclo de vida total desde huevo al final de la vida de los adultos alados, fue entre 71 y 79 días (Figura 4).

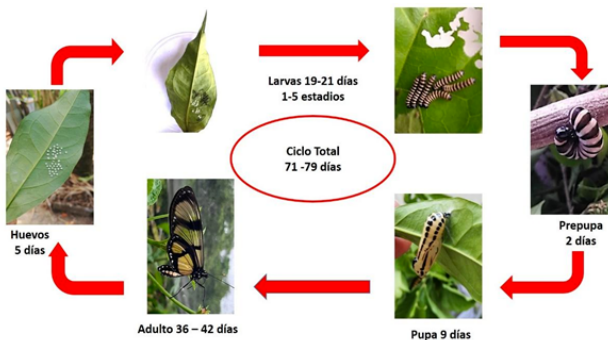


Figura 4. Esquema del ciclo de vida de la mariposa *Methona confusa* en el SENA Regional Amazonas en Leticia, Amazonas. Fuente: Elaboración propia.

Adaptación de las mariposas adultas en el vivero

Fue realizado un registro diario de observación y adaptación al cautiverio las mariposas adultas en el vivero, en donde se observaron, que las mariposas se alimentaron por la mañana del néctar de *Lantana camara* (Verbenaceae). El cortejo y la cópula de las mariposas adultas, fue registrado que ocurrió entre los días 13o y 15o después de la liberación. Las mariposas adultas tuvieron una longevidad de 36 hasta 42 días. Se registró que sus predadores naturales fueron las arañas (Araneae) y los grillos (Orthoptera), los mismos que fueron controlados manualmente y retirados del vivero cuando avistamos la presencia de ellos y también, se llegó a observar una mariposa adulta siendo capturada en una tela de araña y devorada por una araña.

DISCUSIÓN

En el presente estudio del ciclo de vida de la mariposa *Methona confusa* fue demostrado que esta mariposa tiene como planta hospedera natural a la especie *Brunfelsia grandiflora* y que coloca sus huevos en el envés de las hojas de esta planta, tal y como lo afirma en el estudio de esta misma especie en la Amazonía ecuatoriana (Hill y Tipan, 2008, Delgado, 2011), en la Amazonía peruana (Vásquez et al. 2017a) y en Panamá (Santos et al. 2017). Nuestro estudio muestra que, durante el periodo larval, las larvas pasan por cinco estadios, siendo que en el estudio de Delgado (2011) pasó por tres estadios larvales, coincidiendo también con el estudio de Santos et al. (2017). No en tanto, coincidimos que el periodo larval tiene una duración entre de 19 y 21 días, antes de pasar a la fase de prepupa, así como también se coincide en el reporte del apetito voraz de las larvas en los últimos estadios. El ciclo de vida de la mariposa *M. confusa* en nuestro estudio tuvo una duración de 35 y 37 días desde la postura hasta el nacimiento del adulto, lo que coincide también con el estudio de Delgado (2011) en la región Amazónica del Ecuador y en Panamá (Santos et al. 2017).

CONCLUSIÓN

El ciclo de vida de la mariposa *Methona confusa* tuvo una duración de 37 días, desde la fase de huevo hasta la fase adulta. La mariposa adulta tuvo una longevidad hasta 42 días y el ciclo de vida total, tuvo una duración entre 72 y 77 días en condiciones de confinamiento en el vivero multifuncional del SENA Regional Amazonas.

Enfatizamos la importancia de desarrollar la investigación como estrategia pedagógica con la participación de aprendices de los programas técnicos en conservación de recursos naturales y de manejo ambiental, así como, del programa tecnólogo en gestión sostenible de la biodiversidad vegetal. Estos aprendices también, integran el semillero de investigación *Tagua* y participaron como monitores de investigación en las diferentes etapas del estudio, desde la instalación del vivero multifuncional en el SENA, con el sembrío de diversas plantas hospederas y alimenticias para mariposas, hasta el seguimiento diario de cada una de las fases del ciclo de vida de *M. confusa*.

En esta línea investigativa, continúan las evaluaciones de otras especies de mariposas que habitan el bosque secundario del SENA Regional Amazonas, para generar conocimiento necesario para la elaboración de planes de manejo de mariposas con fines de conservación y desarrollo de negocios verdes, que permitan la instalación de mariposarios como atractivos turísticos en la región Amazónica de Leticia.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA y al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA por el financiamiento del proyecto *Manejo de mariposas diurnas en el Centro para la Biodiversidad y el Turismo del Amazonas* (SGPS-8784). A todos los aprendices que formaron parte del Semillero de Investigación *Tagua* por el entusiasmo y dedicación al vivero desde el año 2018 hasta 2020. Al SENA Regional Amazonas, por permitir realizar investigación en las áreas verdes junto con los aprendices de los programas del área ambiental.

REFERENCIAS

Andrade, C.M.G., Henao-Bañol, E.R. Salazar, E.J.A. (2015). Las mariposas (Lepidoptera: Hesperoidea-Papilionoidea) de la Región Amazónica colombiana. *Revista Colombia Amazónica*, 8, 93-122. <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/revista/pdf/8/5%20las%20mariposas%20lepidoptera%20hesperoidea%20%20papilionoidea%20de%20la%20regin%20amaznica%20colombiana.pdf>

Caro, R.I.R. (2013). *La cría de mariposas en Macedonia: desafíos para el desarrollo de alternativas productivas a partir de ejercicios pedagógicos en comunidades indígenas de la Amazonia colombiana*. Tesis presentada para optar el título de Magíster en Estudios Amazónicos. Leticia, Amazonas. Universidad Nacional de Colombia. http://bdigital.unal.edu.co/12041/1/isabellarosacarorodri_guez.2013.pdf

Delgado, P.N.I. (2011). *Establecimiento de protocolos de cría para dos especies de lepidópteros, dentro del Lepidóptario Municipal del Cantón Morona, Macas*. Trabajo de grado para optar el título de Biólogo del Medio Ambiente. Universidad del Azuay. Ecuador. 107p.

Gómez, S.R. (2006). Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(38), 451-460.

Hill, R.I. y Tipan, L.A. (2008). Description of the immature stages of *Methona confusa confusa* Butler, 1873 and *Methona curvifascia* Weymer, 1883 (Nymphalidae, Ithomiinae) from Eastern Ecuador. *Journal Lepidopterists' Society* 62(2), 89-98.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Aumenta deforestación en Colombia para 2015. [Citado 01 diciembre] URL Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>

Santos, M.A., Abrego, L.J.C., Carranza, B.R.E., Jaén, L.A., Szobotka, C.R. (2017). Enemigos naturales de estadios inmaduros de *Methona confusa* Butler, 1873 (Lepidoptera: Nymphalidae) en Cerro Azul, Panamá. *Tecnociencia*, 19(1), 119-132. https://www.researchgate.net/publication/318543226_ENEMIGOS_NATURALES_DE_ESTADIOS_INMADUROS_DE_Methona_confusa_BUTHER_1873_LEPIDOPTERA_NYMPHALIDAE_EN_CERRO_AZUL_PANAMA

Vásquez, J., Zárate, R., Huiñapi, P., Pinedo, J., Ramírez, J.J., Lamas, G., Vela, P. (2017a). Plantas alimenticias de 19 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera) en Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 25-42. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332017000100004

Vásquez, J., Zárate, R., Pinedo, J., Ramírez, J.J. (2017b). Manual para la crianza de diez especies de mariposas amazónicas. Iquitos - Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 81p. <http://repositorio.iiap.org.pe/handle/IIAP/268>

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE ALGUNAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DE UNA COMPOSTA CASERA DURANTE EL PERIODO MAYO AGOSTO

De Las Salas, K¹, Hernández, G.¹; Aguilar, OL¹

RESUMEN

La reutilización de los residuos orgánicos se ha convertido en un tema de gran interés en el mundo, debido a los múltiples beneficios que brinda en términos económicos, ambientales y sociales. La mayoría de los residuos orgánicos pueden ser sometidos a un proceso de fermentación biológica, que permite preservar los nutrientes presentes en estos residuos y aprovecharlos en la agricultura. El objetivo del presente trabajo es elaborar una composta casera, mediante la recolección de residuos orgánicos, la estimación de la cantidad, que posteriormente se sometieron al proceso de compostaje donde se evaluaron algunas variables físicas y químicas (como pH, temperatura, olor, humedad, color y peso de residuos). Este trabajo permitió concluir, que los residuos orgánicos son los de mayor generación en el sector domiciliario y que el compostaje, es una opción que permite reducir la cantidad y aprovechar la biodegradabilidad de la fracción orgánica, así como su contenido nutricional, generando un producto estable de alto valor.

PALABRAS CLAVE: Abono, composta, lixiviado, orgánico, parámetro.

INTRODUCCIÓN

El reciclaje de grandes cantidades de desechos que se producen por diversas actividades (agrícola, forestal, industrial o doméstica) ha sido admitido como un problema durante la actualidad. El compostaje se define como una forma de aprovechar los residuos orgánicos de forma básica y con un bajo costo, así como también una tecnología ambiental para convertir estos residuos en un producto de buena calidad, obteniendo un efecto positivo en cuanto a la reducción contaminante y permitiendo su reutilización en la agricultura (O’Ryan, H y Riffo, 2007).

1. patricia.carrillo@uteq.edu.mx División Ambiental. Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro - México

Por otro lado el proceso de compostaje se puede definir como una oxidación biológica que se logra a través de condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación Guerrero *et al.* (2012). Los microorganismos como bacterias, hongos y actinomicetos hacen uso de carbono y nitrógeno, los cuales se encuentran disponibles en los residuos orgánicos, ya que estos liberan energía debido a la actividad metabólica y se producen gracias a una serie de reacciones bioquímicas, agua, anhídrido carbónico y de los minerales (Escudero y Arias, 2012).

Es un proceso sencillo y eficiente que consta de cuatro distintas fases dependiendo de los cambios de temperatura. En la fase mesófila esta va de los 10°C a los 40 °C, en la fase termófila de los 40 °C a los 60 °C, de ahí pasa a una fase de enfriamiento y finaliza con la maduración, al estabilizarse a una temperatura ambiente (Román *et al.*, 2013).

La calidad de la composta dependerá del tipo de materia orgánica que se utilice, la técnica de compostaje y el tiempo que dure el proceso, pues aquí los residuos orgánicos heterogéneos se transformarán en un producto con características homogéneas, es decir, en fertilizante. El compost posee mucho valor agronómico y es de gran utilidad como enmienda orgánica en el suelo, así como para mejorar su estructura, como fertilizante orgánico y como sustrato para la óptima producción de plantas, entre otros usos (Benavides, 2010). En México la mayoría de las familias no tienen la cultura de separar la basura, o de desarrollar prácticas de compostaje, pues algunas veces se tiene la creencia de que ésta generará moscas o atraerá roedores. Sin embargo, realizar fertilizante es una gran alternativa para obtener el abono que necesitan nuestras plantas o cultivos de forma gratuita. (Según García *et al.*, 2010), el 70% de nuestros residuos son orgánicos y aun así los mandamos revueltos con papeles y envolturas a la basura, sin darnos cuenta que alguna vez fueron parte del suelo y a él pueden volver en forma de nutrientes. Y es que, algo tan sencillo como realizar compostaje domiciliario puede solucionar muchas problemáticas ambientales y nos puede ayudar cerrando el ciclo de la materia orgánica y permitiendo retener humedad. Es por ello que en el presente proyecto demostraremos que se puede llevar a cabo una composta casera y obtener óptimos resultados, así como el gran impacto que puede generar, y al mismo tiempo expondremos la metodología a seguir.

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción y evaluación del compostaje de los residuos orgánicos domiciliarios, se llevó a cabo en el municipio de Huichipan, que se localiza al poniente del estado de Hidalgo, México, entre las coordenadas geográficas 20° 22' 24" latitud norte y entre 99° 38' 56" longitud oeste.

La presente investigación se llevó a cabo en tres etapas que se describen a continuación:

Armado del compostero: Para esto, se tomaron cubetas de plástico de 20Wlts, de las cuales 2 se perforaron por la parte de abajo de los botes, esto para que a través de los

orificios puedan escurrir los lixiviados. El bote faltante, sólo se hicieron tres agujeros en la parte de arriba por los lados de forma que pudiera soportar los dos botes y funcionar como receptor de los lixiviados. Finalmente se hizo el armado del compostero, ubicando en la base el bote que recepciona los lixiviados y sobre este, el primer bote con la base perforada, para depositar los residuos orgánicos generados, una vez este primer bote se llena, se procede a poner el segundo bote con perforaciones en la base para seguir depositando los residuos y de esta manera se dé el proceso de compostaje.

Los residuos orgánicos se fueron depositando, agregando primero una capa de materia seca, luego una capa de los residuos orgánicos caseros (materia húmeda), posteriormente una capa de materia verde y finalmente una capa de tierra. Este procedimiento, se hizo cada tercer día, hasta cubrir la capacidad de los botes.

El compostero, una vez depositado los residuos se tapaba, y se mantuvo en un lugar donde no se mojara en caso de lluvias. Así mismo se hicieron riegos semanales y se aireaba cada dos semanas.

Análisis fisicoquímicos:

Determinación color: Se recolectó una muestra de composta cada tercer día en vasos de plástico transparente y se clasificó como: café claro, fuerte, muy claro y oscuro.

Determinación humedad: Se llevó a cabo, a través de la técnica cualitativa del puño cerrado, que consiste en introducir la mano a la pila, sacar un puñado del material y observar si este queda junto sin escurrir agua, si escurre agua, o si el material se disgrega. De esta manera, se clasificó como: Húmedo, Muy húmedo, seco y muy seco (Román *et al.*, 2013).

Determinación olor: Para determinar el olor se realizaron pruebas organolépticas olfativas cada tercer día. Para esto, si se percibía olor a tierra mojada: se tomó como un buen indicador, olor putrefacto: demasiada humedad; olor a amoníaco: muy seco; olor ácido: fermentación y se clasificó, como; sin olor, ligeramente a descomposición, descomposición y desagradable (Román *et al.*, 2013).

Determinación del peso de los residuos: Cada tercer día, se recopilaban los residuos generados durante el día, los cuales se pesaban con una balanza, y se registraba el dato del peso correspondiente.

Determinación de pH: Se implementó la técnica de la col lombarda, como indicador de pH, esta cambia de color al combinarse con sustancias ácido o base. Al disminuir el pH de la sustancia, este cambia a color rojo y por el contrario al mezclarse con una sustancia alcalina, se obtiene un tono azul. Para ello se tomó una muestra de composta, se depositaban en un vaso con agua, se agitaba (Ballesteros y Díaz, 2017) (Heredia, 2006).

Determinación de temperatura: Para la medición de temperatura se utilizó un termómetro digital, el cual se introducía en la composta y se registró.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se muestra cómo fue variando el color de la composta, comenzando con tonos café claro y terminando con un color café oscuro, esto se debe al proceso mismo de fermentación, siendo al inicio del proceso un color claro, donde se identificaba claramente los componentes de la composta, y al finalizar el proceso se observó una mezcla homogénea de color café oscuro, indicador de la transformación de los restos orgánicos en un material estable.

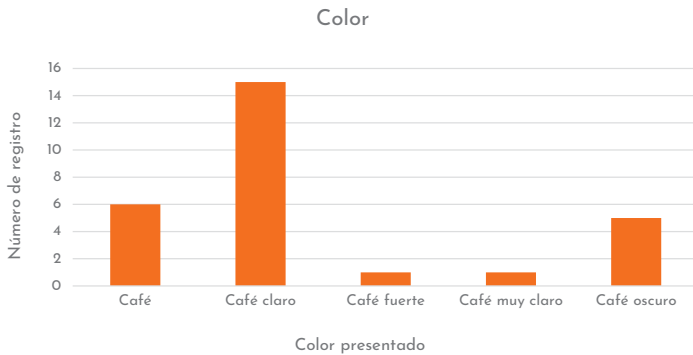


Figura 1. Color durante compostaje
Elaboración propia 2020.

En la figura 1. Se muestra cómo fue variando el color de la composta, comenzando con tonos café claro y terminando con un color café oscuro, esto se debe al proceso mismo de fermentación, siendo al inicio del proceso un color claro, donde se identificaba claramente los componentes de la composta, y al finalizar el proceso se observó una mezcla homogénea de color café oscuro, indicador de la transformación de los restos orgánicos en un material estable.

Como se observa en la Figura 2, la humedad se mantuvo adecuada (3. Húmedo), esto se debió a que las proporciones entre los residuos húmedos y secos estuvieron equilibradas, en una relación (2:1). Los registros, correspondientes a muy húmedo, se debieron a días lluviosos, donde hubo saturación de agua en la composta, en tanto que los muy secos a falta de riego.

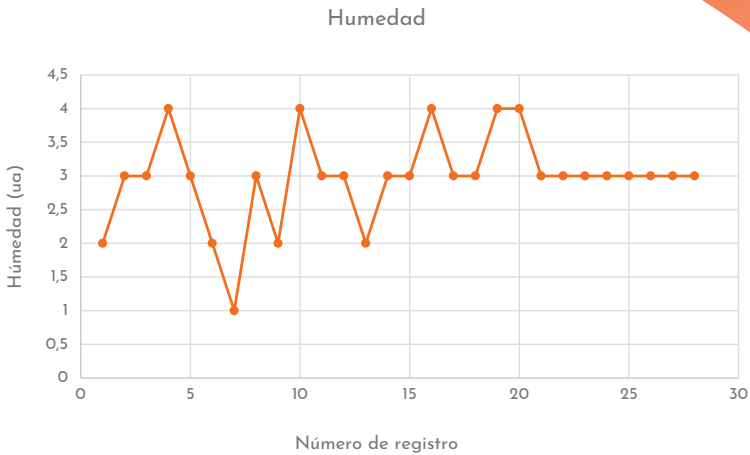


Figura 2. Humedad durante compostaje.
Elaboración propia, 2020.

La Figura 3. Muestra la variación de olor que iba teniendo la composta, presentando un olor ácido, cada vez que se incorporaban material húmedo al compostero, con alta presencia de azúcares, que, al fermentarse, generan ácidos orgánicos y por tanto el pH (4.5) baja. El olor, a amoníaco se debía a la producción de amoníaco, producto de la transformación del nitrógeno presente en los residuos por parte de los microorganismos, con aumentos de pH. Finalmente, el olor a tierra mojada se mantuvo al final del proceso, lo que es un buen indicador, que señala que ha culminado el proceso de transformación de los residuos, con un pH ligeramente alcalino (Figura 4).

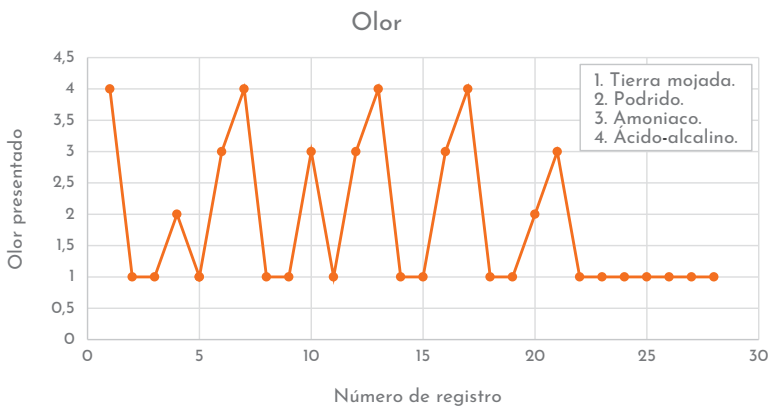


Figura 3. Olor durante compostaje.
Elaboración propia, 2020.

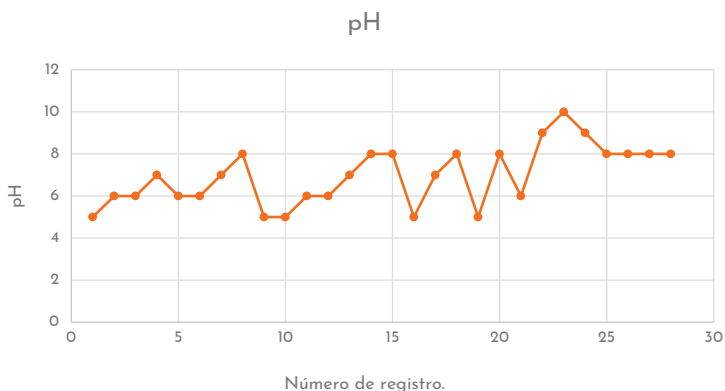


Figura 4. pH durante compostaje.
Elaboración propia, 2020.

Como se muestra en la Figura 5, la generación total de residuos orgánicos fue de 18.24 kg, con un registro máximo por día de 1.2 kg que coincide con los días lunes, esto se debe a que este día se cocina para el resto de la semana. Vale la pena destacar, que, si bien no era un objetivo de este trabajo, los residuos orgánicos durante todo el período de registro representaron el 70 % del total de los residuos generados en el hogar.

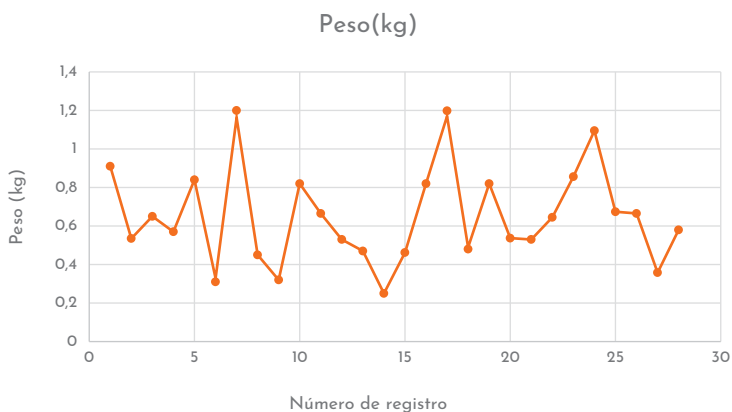


Figura 5. Peso de los residuos producidos (kg).
Elaboración propia, 2020.

En la Figura 6 se muestra cómo durante las adiciones de los residuos, la temperatura fue variando, en función del proceso de compostaje. Presentando al inicio del proceso, la temperatura ambiente, 12°C, temperatura mínima, que con el paso del tiempo va aumentando, hasta alcanzar una temperatura máxima en la etapa termófila de 54 °C, este aumento en la temperatura es debido a la actividad de los microorganismos, que empiezan a degradar compuestos de Carbono y Nitrógeno presente en los residuos. Al final de proceso, la temperatura desciende nuevamente, lo que coincide con la fase de enfriamiento y maduración del proceso de compostaje, debido a un agotamiento de las fuentes de C y N, y con reducción de la actividad microbiana, teniéndose como producto final el compost.

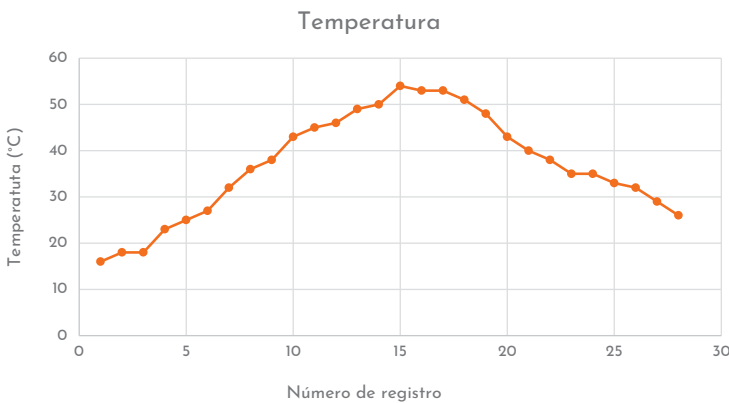


Figura 6. Temperatura durante compostaje.
Elaboración propia, 2020.

CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado se demuestra el área de oportunidad que es desarrollar compostas caseras con óptimos resultados, haciendo un manejo adecuado de ciertas variables caracterizadas en este trabajo, y que a pesar de no tener equipos de laboratorio a la mano, se logró obtener el producto final, Compost. Con esto, se redujo el volumen de residuos orgánicos que se iba al relleno sanitario, así mismo fue una forma de tomar conciencia de los grandes beneficios que esto puede tener, ya que el compost, es un abono natural, que contiene gran cantidad de macro y micro nutrientes, que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, como la estructura, humedad, porosidad, pH, color, entre otras y que por tanto puede ser aplicado a los huertos caseros, que hoy en día han tomado gran valor.

Es por ello que se recomienda analizar la posibilidad de implementar un sistema de producción de compost a nivel de comunidad, ya que el compostaje es una opción, económicamente viable, ambientalmente conveniente y socialmente oportuna, para la gestión adecuada de los residuos orgánicos, y su valorización; ya que se obtiene

como producto final estable, conocido como compost con usos agrícolas, forestales y de conservación. Aunado a esto, es una forma de reducir los impactos, relacionados a la mala gestión de los residuos orgánicos, los cuales son fuente de generación de dioxinas, gases de efecto invernadero, y fuentes de contaminación de agua.

REFERENCIAS

Benavides, K. A. (2010). *Caracterización microbiológica de lixiviados de materias primas para la fabricación de un compostaje de material ruminal*. Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/74/Karen%20Adriana%20Benavides.pdf?sequence=1>

Escudero De Fonseca, A., & Arias Villamizar, C. A. (2012). Los microorganismos en los abonos orgánicos a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28, 69-77.

García, J. L., Salazar, E., Orona Ignacio, & Fortis, M. (2010). *Agricultura Orgánica*. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/120_Libro_de_agricultura_organica_TERCERA_PARTE_2010.pdf#page=76

Guerrero-Ortiz, Pilar Lourdes, & Quintero-Lizaola, Roberto, & Espinoza-Hernández, Vicente, & Benedicto-Valdés, Gerardo Sergio, & Sánchez-Colín, María de Jesús (2012). *Respiración de CO₂ como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de lupinus*. *Terra Latinoamericana*, 30(4) ,355-362. [Fecha de Consulta 18 de Diciembre de 2020]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57325814007>

Herendia, S. (2016). *Experiencias sorprendentes de Química con indicadores de pH caseros*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92030108.pdf>

Hernandez, A. (2012). *Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0186-29792012000100003

Navarro, R. (s.f.). *Manual para hacer composta Aeróbica*. Obtenido de https://limpezapublica.com.br/textos/manual_para_hacer_composta_aerobica.pdf

O’Ryan, H., & Riffo, P. P. imprenta: Dic 2007.36 p. Serie: *Manuales FIA de Apoyo a la Formacion de Recursos Humanos para la Innovación Agraria*.

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*, 112.

EXPLORACIÓN DE AGENTES MICROBIANOS PARA CONTROL DE PUDRICIÓN BASAL EN PITAHAYA, ACEVEDO, PALESTINA - HUILA

Henry Eduardo Jiménez Castellanos¹, Paola Andrea Rodríguez Ortiz²,
Adrián Fernando Muñoz Macías³

RESUMEN

Dado que uno de los principales cultivos en los municipios de Acevedo y Palestina Huila es el de pitahaya, en la actualidad, la pudrición de fruto afecta a los productores significativamente, incrementando en un 50% los costos de producción y disminuyendo la cosecha en un 80%. Durante el desarrollo del proyecto se examinaron agentes microbianos para el control *in vitro* del patógeno causante de la enfermedad recolectando muestras por triplicado en el cultivo afectado, vereda "El Rosario" Acevedo, identificando las sintomatologías relacionadas con la enfermedad en estudio, para someterlas a procesos de: aislamiento, identificación, medición de crecimiento y pruebas de antagonismo, aplicando soluciones de hipoclorito al 3%, alcohol al 8% y agua destilada, en cuanto a desinfección de material vegetal. Para la siembra microbiológica del material se utilizó Potato Dextrose Agar como medio de cultivo y la temperatura de incubación fue a 28°C, la observación de estructuras se realizó mediante tinción. En los antagonismos se utilizó como primera opción una cepa comercial de *T. atroviride*, siendo estos exitosos, sin embargo; también se realizaron pruebas con una especie obtenida en los aislamientos de endófitos, identificada como *T. asperellum*. Por otro lado, se identificó el hongo *Fusarium oxisporum* como causante de la enfermedad. Con el desarrollo de la investigación se puede concluir que la especie de mayor dominio sobre el patógeno entre las dos usadas es *T. asperellum* demostrado en las pruebas realizadas. Como recomendación se sugiere realizar pruebas de eficacia de la cepa *T. asperellum* en campo.

PALABRAS CLAVE: Antagonismo, Biocontrolador, Endófitos, *In Vitro*, Patógeno.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la pitahaya hace una notable presencia en Colombia, cultivado en al menos 10 de los departamentos del país con aproximadamente 1273 hectáreas y una producción elevada que se acerca a las 8111 toneladas; según últimas cifras disponibles desde 2013

¹ Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, I.A. Instructor SENNOVA. Líder grupo de investigación Yamboró, [hjimezc@misena.edu.co](mailto:hjimenezc@misena.edu.co), ² Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, Tecnóloga en Control ambiental, pa3105.para@gmail.com, ³ Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, Aprendiz tecnólogo Producción Agropecuaria Ecológica, maciasadrian50@gmail.com

hasta la fecha el Huila se posiciona como el segundo departamento con mayor cantidad de hectáreas cultivadas, sin embargo, en cuanto a producción tiene el primer lugar, con 3043 toneladas por año (Agronegocios, 2015). A pesar de todo esto, es un cultivo al que no se le está prestando mucha atención en cuanto a cuidados o prevención al ataque de plagas y enfermedades, así como “La pudrición basal del fruto”; Los primeros síntomas de la enfermedad son pequeñas manchas de color entre amarillo y marrón, que dan lugar, en condiciones favorables, a una pudrición blanda tanto en los frutos como en las pencas y las raíces de la planta (Instituto Colombiano Agropecuario, 2012). En los frutos se presentan, inicialmente en el pedúnculo; cuando hay un alto grado de severidad la enfermedad puede ocasionar su caída y a su vez pérdidas en la producción (Instituto Colombiano Agropecuario, 2012).

La pudrición basal de los frutos en los cultivos es causada por microorganismos patógenos que pueden deteriorar la planta impidiendo la nutrición por el bloqueo de alimento y agua, la alteración del metabolismo por toxinas del patógeno o el consumo del contenido de las células, todo lo cual se traduce en una disminución de la producción (Instituto Colombiano Agropecuario, 2012).

Gracias a estudios realizados por diferentes instituciones se ha relacionado a uno de los microorganismos presentes en el suelo con la enfermedad que ataca el cultivo de pitahaya, su nombre es *Fusarium* conocido por ser el causante de severos daños en las raíces de las plantas, llegando a ocasionar su muerte, además un estudio específico profundizó en el tema; llevándolo directamente a la práctica, de esta forma, tomaron muestras de los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda, Boyacá y Cundinamarca, en donde se corroboró que el género del patógeno causante de la pudrición basal en el fruto de la pitahaya es el ya mencionado en la especie *oxysporum* (Claudia Salazar González, 2015).

Por otro lado, con muestras de diferentes cultivos y enfermedades causadas por *F. oxysporum* se ha demostrado que aplicando bacterias y hongos con poder antagonico se pueden controlar las pérdidas que ha ocasionado este patógeno; según estudios, el género con mayor poder de antagonismo para este caso es conocido como *Trichoderma* (Intagri, 2016 - 2018), como ejemplo de esto tenemos el antagonismo *in vitro* de *T. harzianum* sobre *F. oxysporum* que ocasiona la marchitez del maracuyá en el municipio Zona bananera de Colombia (Barbosa, 2009). y una más para anexar a nuestras pruebas sobre la eficacia de microorganismos con poder antagonico sobre patógenos; es el estudio realizado en Argentina donde logran biocontrolar la podredumbre basal en la cebolla, ocasionada por *F. oxysporum* con el género *T. harzianum* (Aixa D. Sánchez, 2015). Con toda la información ya dicha, se emprendió una investigación con el fin de examinar agentes microbianos para el control *in vitro*, del patógeno causante de la pudrición basal del fruto de pitahaya en Acevedo y Palestina, Huila. Esto para aportar a la calidad y economía de los productores del cultivo en estos municipios.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Ubicación

Las muestras para realizar la investigación se tomaron en el municipio Acevedo, vereda "El Rosario", propiedad del señor Huber Chilatra vinculado a la asociación ASOPROPITH, el día 16 de febrero de 2019, con las siguientes coordenadas
N 01° 44" 905'
W 075° 54" 977'

2. Metodología

Se llevó a cabo la recolección de muestras en el cultivo afectado con un diseño completamente al azar; de la población se eligieron 3 muestras por triplicado para la extracción de frutos sanos y enfermos.

Las muestras fueron trasladadas a laboratorio para sus respectivos análisis, en el orden correspondiente, iniciando con la desinfección del material vegetal; en esta se utilizaron las siguientes soluciones: hipoclorito al 3% y alcohol al 8% por lapsos de 1 minuto cada uno, agua destilada por 30 segundos, esto para evitar el crecimiento de microorganismos no deseados.

Las muestras fueron rotuladas de acuerdo a la planta y el fruto seleccionados, con abreviaturas de PF acompañadas con números de 1 a 3 según la cantidad de plantas y frutos; donde P hace referencia a Planta y F a Fruto.

Luego de esto se realizó la siembra del material vegetal contaminado, para hallar el patógeno, realizando cortes de 5 mm de diámetro en el fruto para retirar los explantes deseados, los cuales deben contener tejido enfermo y sano, para posteriormente sembrar en el medio de cultivo.

2.1 .Preparación de medio de cultivo Casero Potato Dextrose Agar.

Ingredientes por cada litro:

Agua destilada

200 g de papa

28 g de dextrosa

25 g de agar nutritivo

10 g de ampicilina

Se cocinan las papas peladas y partidas en 500 ml de agua por una hora, se filtra el extracto de papas, se afora a 1L con agua destilada, se le añaden los 28 g de dextrosa y los 25 g de agar nutritivo, se agita la mezcla a calentamiento, una vez disueltos todos los componentes se esteriliza el medio a 15 libras por 20 minutos. Luego de estéril se le agregan los 10g de ampicilina se disuelve y se sirve en cajas Petri.

2.2 Siembra microbiológica frutos enfermos.

Luego de haber realizado el debido protocolo de desinfección dentro del laboratorio con hipoclorito al 15% y alcohol al 98%, se da inicio al proceso, con un bisturí se realizan los cortes deseados y con ayuda de un asa de punta llevamos los explantes a la gasa para su respectiva desinfección con las soluciones de hipoclorito, alcohol y agua destilada durante los lapsos de tiempo establecidos, a continuación; se flamea un aza de punta para retirar los explantes de la gasa y proceder a su siembra en el medio de cultivo, colocando 4 en cada caja Petri, para después sellar con parafilm y adecuar la rotulación, en la que se especifica el número de la planta, el fruto y la réplica, teniendo en cuenta que se realizaron 3 muestras de cada fruto (en este caso M hará referencia a la muestra) y llevarlas al área de incubación a una temperatura de 28°C. Se hicieron revisiones periódicas para observar crecimiento. Esta siembra se realizó el 19 de febrero del 2019.

Para la purificación se tomaron 3 réplicas de cada muestra. Esta vez añadiendo a la rotulación la R para hacer referencia a las réplicas.

8 cajas fueron llevadas a observación, las 19 cajas restantes permanecieron en el área de incubación hasta ver crecimiento en ellas.

Luego de 8 días de incubación 4 de las cajas restantes fueron llevadas a observación.

Las cajas sobrantes se desecharon por no presentar un crecimiento efectivo de algún tipo de hongo.

El día 4 de marzo, se lleva a cabo la revisión de las purificaciones realizadas el 27 de febrero, de las cuales solo 2 cumplen las condiciones ideales en cuanto al crecimiento del hongo;

PIF2M3R1

P2F3M1R2

Con las réplicas que se empezaron a obtener desde la primera purificación (22/02/2019), se da inicio al proceso de observación de estructuras por medio de tinción, identificando la presencia de conidias de *Fusarium* en la caja P2F3M1R1, (25/02/2019).

Una vez identificado el patógeno causante de la enfermedad, se buscan posibles controladores; para dar agilidad al procedimiento y avanzar en resultados, se opta por usar una cepa comercial de *Trichoderma atroviride*, ya que, en esta parte de la investigación, no se ha encontrado algún microorganismo endófito para realizar las pruebas de antagonismo. Las pruebas de antagonismo y el control de crecimiento entre *F. oxysporum* y *T. atroviride* dieron inicio el 5 de marzo del 2019.

2.3 Tinción de Gram materiales y procedimiento.

Con la ayuda de un gotero se aplica una gota de agua destilada sobre un portaobjetos, luego con el asa se toma una pequeña muestra del hongo y se realiza un frotis sobre la gota de agua destilada, a este frotis se le agrega una gota de azul de lactofenol, colocando sobre esta un cubreobjetos, se deja actuar por tres minutos y por último se lleva al microscopio para su observación.

2.4 Siembra microbiológica material sano.

La siembra del material vegetal sano se realiza con el fin de hallar un endófito biocontrolador, para esto, se tuvieron en cuenta pencas, frutos y sustrato de plantas sanas. Al igual que la recolección del material enfermo esta metodología fue totalmente al azar, tomando muestras por triplicado de tres de las plantas sanas del cultivo. La recolección de material sano se llevó a cabo el día 23 de febrero para dar inicio a la desinfección el lunes 25 del mismo mes.

2.4.1 Proceso y siembra de sustrato.

Se realiza el día 28 de febrero, con el método de disolución; aforando 3 Erlenmeyers a 99 ml con agua destilada estéril, para agregar 1 g de sustrato de cada muestra en un Erlenmeyer diferente. Las mezclas son llevadas a la plancha de agitación por un lapso de tiempo de 15 minutos, esto para asegurar la completa disolución de la muestra.

Por cada Erlenmeyer es necesario contar con 5 tubos de ensayo, los cuales tendrán 9 ml de agua destilada estéril, estos son rotulados con los números de -1 a -5 y con ayuda de una pipeta se agregará 1 ml de la solución ya preparada en los Erlenmeyer, al tubo -1, aforando a 10 ml, el tubo se coloca en un agitador vórtex durante 5 minutos, luego con una pipeta se extrae 1 ml de la solución que se encuentra en el tubo de ensayo y se le agrega al tubo -2, se repite el mismo proceso hasta llegar al tubo -5. Este proceso se repite 2 veces más con las muestras restantes, para completar la cantidad de muestras.

A la hora de la siembra en el medio de cultivo se utilizan únicamente las soluciones de los tubos -3, -4 y -5, debido a que en los tubos -1 y -2 se encuentran la mayor concentración de microorganismos no deseados de cada muestra, se sumerge un asa de punta redonda en el tubo -3 y se marca en zigzag sobre el medio de cultivo, realizando 3 réplicas de cada tubo, el proceso se repite con los tres tubos que contienen cada muestra. Las cajas Petri estarán rotuladas con las siglas SM, para hacer referencia al Sustrato y la Muestra, cada una acompañada del número correspondiente, además del número del tubo al final de las dos siglas.

El 4 de marzo, se revisó esta siembra, en donde sólo se obtuvo una caja con crecimiento de un hongo (SIM3 -5R1), pero a la hora de realizar observación de estructuras se descubrió que era un microorganismo no deseado, adquirido por contaminación del ambiente o del medio de cultivo casero.

2.4.2 Pencas y frutos sanos.

Este procedimiento se llevó a cabo el 1 de marzo y es similar al que se realizó con el material enfermo, pasa por desinfección con las mismas soluciones, se realizan los cortes para obtener los explantes deseados y se siembra con el debido protocolo de limpieza en el laboratorio, 4 explantes en cada caja Petri, también se toman 3 muestras de cada penca y fruto, su rotulación será similar a la del material enfermo (PFM sanas) posteriormente se llevan al área de incubación, haciendo revisiones periódicas para observar su crecimiento.

Luego de 3 días de incubación se realizó observación en una de las cajas; P3F1M1, siendo purificada con 5 réplicas.

El 12 de marzo se llevó a cabo la purificación de este último, tomando 3 réplicas de cada caja, luego de 4 purificaciones y 15 días buscando identificar este nuevo microorganismo, el día 27 de marzo de 2019, con observación de estructuras por medio de tinción en el laboratorio de nanotecnología del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, se identificó como *T. asperellum* el endófito aislado de las muestras de material sano. De esta forma se da inicio a las pruebas de antagonismo y control de crecimiento entre el patógeno y el endófito encontrado el día 28 de marzo de 2019.

RESULTADOS

En la siembra de material enfermo, el 22 de febrero, tercer día de incubación se observa crecimiento de un hongo blanco en 8 de las 27 cajas de Petri, a estas se les realizó un proceso de purificación para la identificación del hongo observado; P3F3M2, P1F3M1, P2F1M1, P3F3M3, P1F2M3, P3F3M1, P3F1M3, P1F1M2.

Nota. Testigo sin contaminación.

El 27 de febrero, luego de 8 días de incubación apareció un hongo con tonalidad rosa tenue en 4 de las cajas restantes, este mismo día se realizó la respectiva purificación; P2F3M1, P2F3M3, P1F3M3, P1F1M1.

En la siembra de material sano, el 4 de marzo, luego de 3 días de incubación se observó crecimiento adecuado (sin contaminación) en una de las cajas; P3F1M1, siendo purificada con 5 réplicas. El 7 de marzo, al tercer día de incubación de las réplicas; en una de ellas no creció nada, 2 de ellas se contaminaron y en las últimas 2 creció un hongo blanco con un círculo amarillo en la mitad, realizando el proceso de purificación en estas últimas, tomando 3 réplicas de cada una P3F1M1R5, P3F1M1R4.

Después de 10 días de incubación (11 de marzo), se observó crecimiento de hongo en todas las cajas, en 4 de ellas creció un hongo blanco y en las dos cajas restantes se identificó el crecimiento de un hongo con tonalidades amarillas, se confirmó que no era contaminación del aire ya que el testigo estaba totalmente limpio.

Con los procesos realizados en la investigación se identificó el agente causal de la pudrición basal del fruto de pitahaya, esto gracias a la observación.

Tabla. 1. Resultados de pruebas de antagonismo con *T. atroviride* y *F. oxysporum* y cultivos individuales.

CRECIMIENTO MICELIAL			
CULTIVOS DUALES (cm)		CULTIVOS INDIVIDUALES (cm)	
<i>T. atroviride</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>T. atroviride</i>	<i>F. oxysporum</i>
2,28	1,22	2,78	1,56
2,9	1,7	2,95	1,96
2,86	1,9	2,96	2,26
2,28	1,22	2,78	1,56

Fuente: Elaboración propia, 2019.

de estructuras por medio de tinción que se realizó luego de detectar el crecimiento de un hongo de color blanco (Figura 1) en las siembras de frutos enfermos.

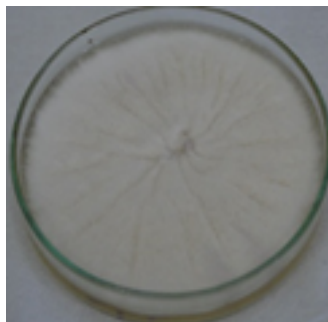


Figura 1. *Fusarium oxysporum* obtenido por medio de purificaciones. Elaboración propia, 2019.

Para dar agilidad a la investigación se utilizó una cepa comercial de *T. atroviride* (figura 2) para pruebas de antagonismo, esto antes de encontrar algún endófito controlador. Esta cepa confirmó el poder que ejerce este género sobre el patógeno, haciendo seguimiento al crecimiento de cada uno de estos en cultivos duales o proceso de antagonismo y control decrecimiento de forma individual, tal como lo muestra la tabla 1.

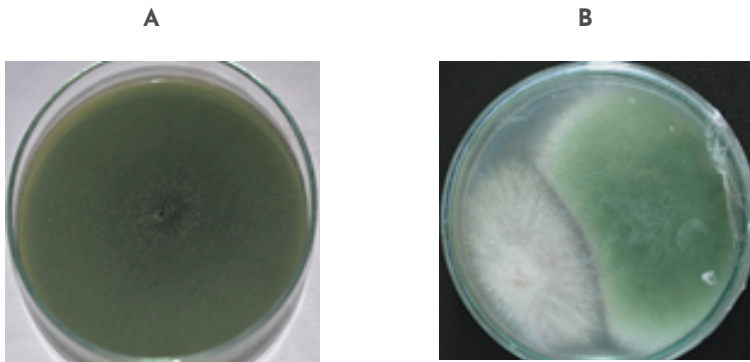


Fig. 2. A. *T. atroviride* cepa comercial.
Elaboración propia, 2019.
B. antagonismo con *F. oxysporum*

y *F. oxysporum*.
Elaboración propia, 2019.

Continuando con la búsqueda de un endófito controlador, luego de un mes y medio aproximadamente, realizando siembras, purificaciones y observación de estructuras se identificó un microorganismo del género *Trichoderma* y especie *asperellum* en la figura 3, se puede observar el aspecto del hongo, la estructura observada durante la investigación.

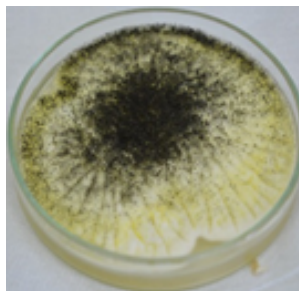


Figura 3. A. *T. asperellum* obtenido por medio de purificaciones, B. estructura de *T. asperellum*.
Elaboración propia, 2019.

Las pruebas de antagonismo (Figura 4) que se realizaron con *F. oxysporum* y *T. asperellum* demostraron mayor dominio del género que las pruebas anteriores, en la tabla 2 se muestra el control de crecimiento en los cultivos duales.

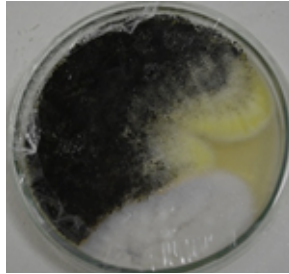


Figura 4. Antagonismo de *T. asperellum* con *F. oxysporum*.
Elaboración propia, 2019.

Tabla. 2. Resultados de pruebas de antagonismo con *T. asperellum* y *F. crecimiento*.

CRECIMIENTO MICELIAL			
CULTIVOS DUALES (cm)		CULTIVOS INDIVIDUALES (cm)	
<i>T. asperellum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>T. asperellum</i>	<i>F. oxysporum</i>
6,45	2,55	6,78	5,52
5,29	3,07	7,95	3,24
6,13	2,41	5,96	4,08

Elaboración propia, 2019.

DISCUSIÓN

El género *Trichoderma* ha demostrado poder antagónico sobre patógenos en diferentes investigaciones, una de las más relevantes fue la que se llevó a cabo en Argentina, donde controlaron la pudrición basal de la cebolla con una cepa de esta familia contra *F. oxysporum* (Aixa D. Sánchez, 2015), mismo microorganismo causante de la enfermedad tratada en esta investigación, donde además de controlarlo con una cepa comercial, se logró aislar un microorganismo endófito del cultivo (extraído de las plantas sanas), el cual, fué identificado como *T. asperellum*, quien brindó un biocontrol más efectivo, en comparación con otras especies.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación se puede concluir que;

La especie de *F. oxysporum* es la principal causante del problema sanitario que enfrentan en el sector pitahaya; como lo es la pudrición basal en el fruto de la misma y que, además, está generando grandes pérdidas en el sector. Este dato es posible gracias a algunas investigaciones realizadas respecto al tema, incluyendo ahora la nuestra también. La *T. Atroviride* es conocida por ser un biocontrolador efectivo con muchos microorganismos patógenos, varios estudios han comprobado su eficacia al competir por espacio y nutrientes. En nuestra investigación demostró una vez más el control que tiene sobre estas especies, principalmente *F. oxysporum*.

En el ambiente donde crece la pitahaya amarilla hay presencia de microorganismos, entre los cuales se encuentra *T. Asperellum*, identificada durante los aislamientos de endófitos, sin embargo, se puede deducir que la concentración es muy baja y por esta razón no responde al ataque de *F. oxysporum* en el cultivo como lo hace en el laboratorio, donde utilizamos una dosis mayor de este endófito para las pruebas de antagonismo, es así que probablemente se puede controlar la enfermedad, si se logra aumentar la concentración en las plantas, ya que en las pruebas de antagonismo el endófito controlador triplicó el crecimiento del patógeno, esta es una buena señal para continuar con una segunda fase del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Agronegocios. (15 de 07 de 2015). Obtenido de Agricultura: <https://www.agronegocios.co/agricultura/pitaya-cultivo-rentable-pero-de-cuidado-2621498#>

Aixa D. Sánchez, V. B. (2015). Revista facultad de ciencias agrarias y forestales, universidad nacional de la Plata. Obtenido de Biocontrol con *Trichoderma* spp. de *Fusarium oxysporum* causal del "mal de almácigos" en pre y post emergencia en cebolla : <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/396>

Barbosa, R. J. (2009). Revista facultad nacional de agronomía Medellín. Obtenido de Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* rifai sobre *Fusarium oxysporum*: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24872/36678>

Claudia Salazar Gonzáles, L. C. (23 de 09 de 2015). Universidad de Costa Rica. Obtenido de Caracterización molecular de *Fusarium* asociado a pudrición basal del fruto de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*): <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43745945006/html/index.html>

ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya. Obtenido de enfermedades: <https://www.ica.gov.co/getattachment/87a2482e-a36a-4380>

Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). Manejo fitosanitario para el control en el cultivo de la pitahaya. Obtenido de Enfermedades: <https://www.ica.gov.co/getattachment/87a2482e-a36a-4380-80ae-11072d0c717c/-nbsp%3BManejo-fitosanitario-del-cultivo-de-pitahaya.aspx>

Intagri. (2016 - 2018). Obtenido de *Trichoderma* Control de Hongos :<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>

BEBEDEROS SOLARES PARA FAUNA SILVESTRE

Bello Morales C.E. 1; Barrera Silva Ma. G.2, Ocejo Tapia A.I.3, Martínez Cabanillas A. M. 4, Luis Vásquez M.A.5

RESUMEN

El estado de Querétaro es una de las 32 entidades federativas de México, es un estado donde más de la mitad de su territorio tiene un clima árido y semiárido. Este tipo de clima tiene como característica la baja disponibilidad de agua, lo cual en época de sequía afecta a la fauna silvestre. El proyecto surge con el fin de disminuir el riesgo de deshidratación y mortalidad de especies de fauna silvestre, mediante el dimensionamiento y desarrollo de un prototipo de bebedero para fauna silvestre con un sistema de bombeo solar de agua. El bebedero cuenta con un tanque de almacenamiento el cual se llena y de donde se vierte agua durante varios días, tiene un depósito para el abastecimiento de agua por gravedad durante la noche, recircula el agua durante el día mediante un sistema de bombeo solar y está diseñado para que en época de lluvia pueda funcionar a su vez como un captador de agua. Se presentan el diseño tanto del sistema de bombeo fotovoltaico de agua del bebedero como su diseño mecánico y pruebas del sistema de bombeo. El prototipo tiene como objetivo beneficiar a la fauna silvestre del estado de Querétaro. Se conocen beneficios del uso de bebederos artificiales, como el aumento esperado en áreas de distribución y en densidades de las especies, sin embargo, también se debe cuidar y controlar los posibles efectos negativos que impactan la vida silvestre, cómo lo son el aumento de la depredación, la competencia y la transmisión de enfermedades.

PALABRAS CLAVE: Abastecimiento de agua, conservación de la fauna y flora silvestres, energía solar.

INTRODUCCIÓN

México es un país con una superficie de 1,964,375 km², donde dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas. En estas partes se cuentan con precipitaciones anuales menores a los 500 mm. La ubicación geográfica del país y el relieve que tiene son factores que impactan de forma directa en la disponibilidad del recurso hídrico. La tercera parte del país es húmedo, el sureste, donde se tienen precipitaciones mayores a 2000 mm por año. En la mayoría del país las lluvias son más intensas en verano, del tipo torrencial (CONAGUA, 2018).

México es uno de los países con mayor diversidad biológica en el mundo, posee un alto número de especies y una gran diversidad en otros niveles de la variabilidad biológica,

como el genético y el de ecosistemas, se estima que en el país se encuentran entre el 10% y el 12% de las especies existentes (PNUMA-SEMARNAT, 2018). México ocupa el cuarto lugar en el grupo de 17 países megadiversos, los cuales representan cerca del 70% de las especies conocidas del planeta (Mendoza et al., 2020). En el país se cuenta con aproximadamente 26 704 plantas, 546 mamíferos, 1,109 aves, 34 998 insectos, 41 130 otros invertebrados, 895 reptiles, entre otros (CONABIO, 2018).

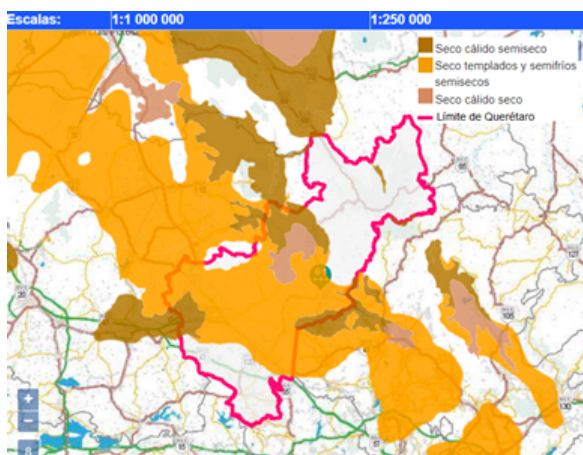


Figura 1. Dispersión del clima en Querétaro. Fuente: INEGI, 2020.

El estado de Querétaro ($20^{\circ}35'28''\text{N}$ $100^{\circ}23'28''\text{O}$) es una de las 32 entidades que conforman México, se encuentra en el centro norte del país. Este estado presenta un clima xerofítico o subxerofítico en aproximadamente el 51% de su superficie (INEGI, 2020). Por lo cual en ciertas épocas del año se sufre de sequías, lo que produce consecuencias ambientales de leves a severas, afectando las condiciones naturales bióticas y del paisaje, manifestándose de forma general por la disminución sensible en flora y fauna (Velasco, 2005). En el estado se han registrado 717 especies de vertebrados, las aves son el grupo más numeroso con 431 especies (entre nativas y migratorias), le siguen 104 especies de reptiles, 101 mamíferos, 47 peces y 34 especies de anfibios (SEDESU, 2020).

De las 717 especies de vertebrados registradas en el estado de Querétaro, 122 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo alguna categoría de riesgo, siendo los reptiles el grupo más vulnerable con 43% (56 especies, 24 de ellas endémicas) del total registrado. En cuanto a los invertebrados, un grupo poco estudiado, se tienen registros de al menos 107 especies de insectos, 23 especies de parásitos de peces y 8 especies de crustáceos decápodos (SEDESU, 2020).

Los cambios en los patrones climáticos han ocasionado una reducción significativa de la fauna silvestre en México, donde las modificaciones en la precipitación y temperatura

ambiental han contribuido significativamente la disminución de las poblaciones (Feria *et al.*, 2013), debido a la falta de disponibilidad de reservorios de agua. El cambio climático puede inducir modificaciones en los ecosistemas y acelerar la pérdida de especies en la región. Los factores determinantes de la conservación y pérdida de biodiversidad en los ecosistemas son 1) especies invasoras, 2) sobreexplotación, 3) contaminación y 4) la alteración del hábitat (Botero, 2015). Siendo esta última una de las más importantes debido a que el aumento en las temperaturas y la reducción de las precipitaciones conlleva a alteraciones que dan como resultado largos periodos de sequía, lo cual afecta el comportamiento y fisiología de las especies, como también pone en riesgo la supervivencia.

La sequía y la falta de agua se consideran catástrofes que pueden modificar el ambiente de una región a gran escala. El sector ambiental es en la mayoría de los casos el más afectado, dependiendo de la gravedad de la insuficiencia, la asignación de agua puede ser nula, lo que impacta en la flora y fauna de la región. Por lo que preservar las condiciones naturales de flora y fauna tiene una importancia en términos ecológicos, si estos factores se alteran más allá de cierto punto, surge el riesgo de la desaparición de especies y de cambios drásticos e irreversibles en el entorno natural (Velasco, 2005).

Por lo tanto, nuestro proyecto busca crear estrategias innovadoras para reducir o mitigar el impacto de la sequía en la fauna silvestre mediante la implementación de bebederos a los cuales la fauna pueda acceder. Ante las condiciones climáticas adversas en zonas con ambientes áridos, los bebederos artificiales colocados para la conservación de la vida silvestre, constituyen una alternativa para garantizar la disponibilidad de agua durante los periodos de escasez (Mandujano, 2019). En estudios realizados en México se analiza el uso que dan los mamíferos a fuentes de agua (naturales o artificiales), donde se demuestra que los bebederos son útiles tanto en zonas de clima xerófito como en zonas que presenten temporalidad (Martínez *et al.*, 2008).

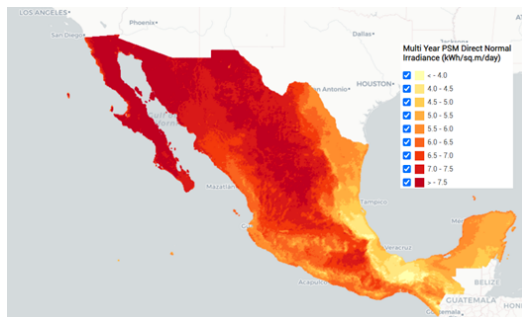


Figura 2. Potencia Solar en México. Fuente: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2020.

Dentro del tema de recurso solar para la generación de energía, se precisa que México tiene una radiación solar diaria promedio de 5.5 kWh/m². Siendo el sol una fuente inagotable de energía y estando el país de México en una adecuada ubicación geográfica, se cuentan con índices desde 4.4kWh/m² en la zona centro hasta pasados los 8 kWh/m² en el norte del país (ver Figura 2). El estado de Querétaro cuenta con una radiación solar diaria promedio de 5.9 kWh/m², este dato se puede observar en la Tabla 1. De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica de Energías Renovables (SIGER), el municipio de Querétaro se encuentra en una zona con un excelente recurso solar para su aprovechamiento con fines energéticos, superando en todo el territorio municipal el valor de 6 kWh/m² por día, lo que lo hace viable para proyectos de aprovechamiento de este tipo de energía (SENER, 2015).

Tabla 1. Radiación solar en lugares selectos de México (datos en kWh/m² por día).

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Sonora	Hermosillo	4.0	4.6	5.4	6.6	8.3	8.5	6.9	6.6	6.7	6.0	4.7	3.9	6.0
Sonora	Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.9	5.8	6.3	5.9	5.0	5.6	5.9
Chihuahua	Chihuahua	4.1	4.9	6.0	7.4	8.2	8.1	6.8	6.2	5.7	5.2	4.6	3.8	5.9
SLP	SLP	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.4	6.0	5.5	4.7	4.2	3.7	5.4
Zacatecas	Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.2	5.9	5.4	4.8	4.8	4.1	5.8
Guanajuato	Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6.0	6.0	5.9	5.8	5.2	4.8	4.6	5.6
Aguascalientes	Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.1	5.9	5.7	5.1	4.8	4.0	5.6
Oaxaca	Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5.0	5.6	5.9	5.2	5.9	5.7	5.2	5.8
Oaxaca	Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6.0	5.4	5.9	5.6	5.0	4.9	4.8	4.4	5.3
Jalisco	Ocotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.8	5.6	5.8	5.3	4.9	4.1	5.9
Jalisco	Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.8	4.0	5.6
Durango	Durango	4.4	5.4	6.5	7.0	7.5	6.8	6.0	5.6	5.7	5.1	4.8	3.9	5.7
Baja California	La Paz	4.4	5.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.3	6.2	5.9	5.8	4.9	4.2	5.7
Baja California	San Javier	4.2	4.6	5.3	6.2	6.5	7.1	6.4	6.3	6.4	5.1	4.7	3.7	5.5
Baja California	Mexicali	4.1	4.4	5.0	5.6	6.6	7.3	7.0	6.1	6.1	5.5	4.5	3.9	5.5
Querétaro	Querétaro	5.0	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.3	5.4	5.0	4.4	5.9
Puebla	Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.8	5.8	5.2	5.0	4.7	4.4	5.5
Hidalgo	Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6.0	5.7	5.9	5.8	5.3	4.9	4.6	4.2	5.4

Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas IIE, 2013.

Por las condiciones previamente mencionadas, el clima de la región y el recurso solar disponible que tiene, es que surge el proyecto para desarrollar un bebedero solar para fauna silvestre, en el cual se hace uso de energía solar fotovoltaica para el funcionamiento de un sistema de bombeo que recircula el agua y mantiene el bebedero con agua disponible para la fauna silvestre de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se dimensiona, diseña e implementa el sistema de bombeo fotovoltaico de agua, también se dimensiona y se realiza un diseño mecánico del prototipo. Para el desarrollo del sistema de bombeo fotovoltaico de agua se tomaron en cuenta las características de los componentes de bajo costo a los cuales se tiene acceso, poniendo atención en los requerimientos funcionales de cada uno, se hizo un diseño preliminar y un circuito propuesto.

Se utiliza un panel solar fotovoltaico de 10W con una tensión de 18 V y una corriente eléctrica de 0.57 A. Posteriormente la tensión se reduce con el circuito convertidor reductor (Buck), el cual es capaz de reducir los niveles de tensión mediante el uso de elementos como bobinas y capacitores almacenando temporalmente energía en ellos y descargándola de tal forma que los niveles de tensión final son inferiores para su ingreso de forma segura al regulador lineal. El regulador lineal de tensión es un circuito integrado diseñado para entregar una tensión constante y estable, el utilizado en este proyecto entrega una señal lineal de 5V. Esta señal lineal se conecta a un PWM (Modulador por ancho de pulso del inglés Pulse-Width-Modulation) que se usa como una forma eficaz de establecer cantidades intermedias de potencia eléctrica entre la potencia máxima y el apagado. Este tipo de dispositivo basa su funcionamiento en el uso de interruptores electrónicos de potencia y una de sus aplicaciones básicas es para el control de velocidad en motores y bombas de corriente directa, donde se usa una onda de pulso cuadrada, el ancho del pulso es modulado dando como resultado una variación del valor medio de la forma de la onda y esto se ve reflejado como un cambio en la velocidad de la bomba y en su flujo. La bomba utilizada es una bomba sumergible de corriente directa, este tipo de bombas se caracterizan por que requieren para su funcionamiento estar hundidas en el líquido a bombear. Debido a la presión del nivel del líquido sumado al empuje del motor, permiten crear una gran fuerza de salida. Finalmente, como protección para el sistema se integró un sensor interruptor de nivel tipo flotador, el cual permite la medición del nivel de líquidos y conmuta el circuito eléctrico, es decir que abre o cierra el circuito dependiendo la disposición de agua. Si el tanque de almacenamiento de agua se encuentra vacío este sensor abrirá el circuito para detener el funcionamiento de la bomba sumergible y así impedir que se dañe. Un diagrama de la conexión de todos estos elementos eléctrico-electrónicos se puede observar en la Figura 3.

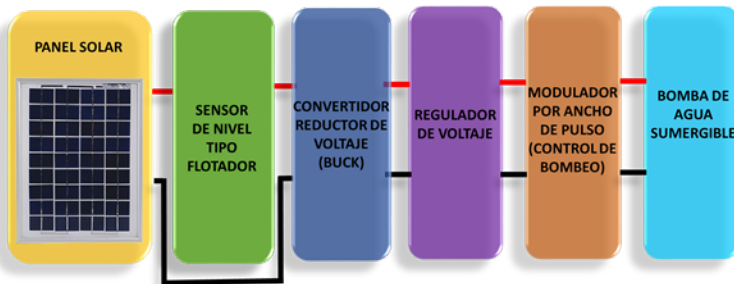


Figura 3. Diagrama del sistema de bombeo fotovoltaico de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se continuó con el desarrollo de una placa de circuito impreso (PCB del inglés Printed-Circuit-Board), para obtener un circuito de interconexión permanente. Las pruebas del circuito se realizaron en un día parcialmente soleado entre las 12 horas y las 6 horas de la tarde que son consideradas las horas solar pico (HSP) en Querétaro. En cuanto a la orientación e inclinación del panel solar fotovoltaico, se orientó el panel hacia el sur verdadero con una inclinación de 20° respecto a la superficie, grados usados debido a la ubicación geográfica del lugar.

Para conocer los posibles flujos de agua del sistema se realizaron 3 pruebas del sistema, uno sin el control PWM y con el control PWM al máximo y mínimo para conocer los rangos de flujo con este aditamento. Los resultados se muestran en la Tabla 2, donde se observa que el flujo con el PWM al máximo se obtiene un flujo bastante inferior al flujo de la bomba con alimentación continua, esto se debe a que el PWM con el que se trabaja se recomienda utilizar con una alimentación superior a 6V y nuestro sistema funciona con 5V. Sin embargo, este mismo sistema también se puede utilizar para una bomba sumergible de 12V con mínimos ajustes.



Figura 4. Pruebas de sistema eléctrico-electrónico.
Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Para el dimensionamiento del bebedero y su diseño mecánico se tomó en consideración uno de los animales más grandes que habitan en las zonas naturales de Querétaro el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que según un estudio de investigación la ingesta de agua tiende a estar relacionada con las condiciones ambientales (temperatura ambiente), en el invierno un venado consume 1 litro de agua al día, aumentando 0.5 litros de agua en primavera y 1 litro de agua en verano, de la misma forma reporta que un venado consume 1 litro de agua por cada 50kg de peso vivo (Chacon, 2012). El bebedero posee dimensiones de 1m de largo, 0.5m de ancho y un alto de 0.15m, la altura es baja para facilitar que animales pequeños puedan escapar en caso de caer, por ejemplo, un conejo que en promedio mide 30 cm. Dentro del bebedero se colocaran rocas para que en el caso de que animales aún más pequeños (como ratones de campo que miden alrededor de 10 cm) caigan, puedan salir fácilmente (ver diseño en Figura 5)

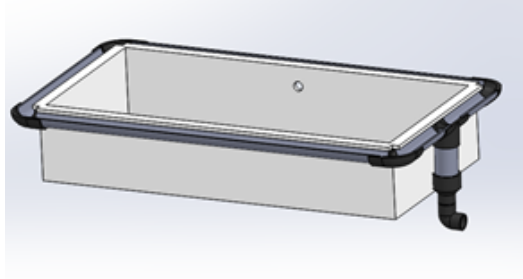


Figura 5. Diseño de bebedero.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

El bebedero tiene un volumen de 75 L o 0.075 m³. El diseño inicial era sencillo como un dispensador de agua y un tanque de almacenamiento, el cual se llenaría en determinados días. Después de consultar con expertos en el tema de energías renovables y reservas naturales, se hicieron algunas modificaciones y adaptaciones al contenedor de agua.

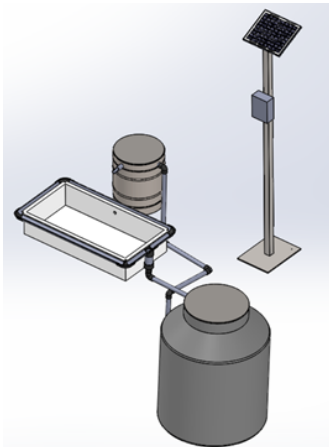


Figura 6. Diseño completo.
Fuente: Elaboración Propia, 2020.

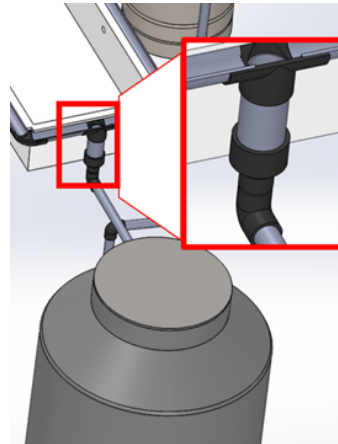


Figura 7. Filtro de arena y grava. Fuente:
Elaboración propia, 2020.

Al borde del bebedero hay unas canaletas que impiden el desborde de agua, ya que cuenta con un ducto de drenado que facilita el retorno del líquido al tanque de almacenamiento. Estas canaletas serán utilizadas en caso de saturación, lo que a su vez hace que el bebedero funcione como un captador de agua en temporada de lluvia (ver Figura 9). Este contenedor será fabricado con geo membrana ya que es un material resistente e impermeable, funcional para el ecosistema donde será colocado.

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 450L, se determinó una instalación subterránea y antibacteriana, debido a que en casos anteriores de bebederos se menciona que una de las problemáticas es la reproducción de bacterias e insectos no deseados. En época de sequía este tanque deberá ser llenado por el personal a

cargo. En el retorno del bebedero al tanque de almacenamiento se cuenta con un filtro sencillo de grava y arena, esto para evitar que cuerpos extraños ingresen a la cisterna de almacenamiento (ver Figura 7). También dentro del diseño del prototipo se considera de suma importancia tener reservas de agua provisionales para la noche, ya que algunos animales como los venados cola blanca reducen su actividad durante el periodo del día con mayor estrés térmico y llevan a cabo su actividad de forrajeo en la noche cuando las temperaturas son menores (Gallina y Bello, 2014). Durante la noche no se cuenta con el bombeo solar por lo que el agua del bebedero podría agotarse, para esto se cuenta con un pequeño dispensador de agua por gravedad que tiene una capacidad de 50L. El tanque de almacenamiento, el bebedero y la reserva nocturna se pueden observar en la Figura 8.

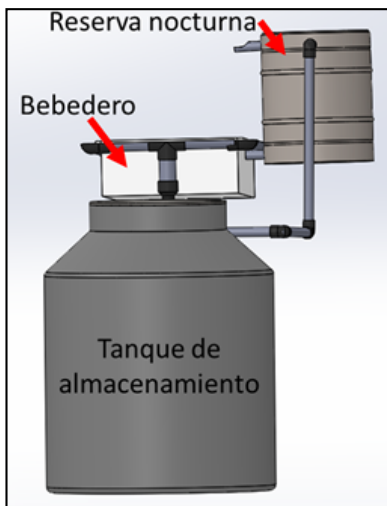


Figura 8. Vista lateral del prototipo que consiste en el tanque de almacenamiento, el bebedero y el tanque de reserva nocturna.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

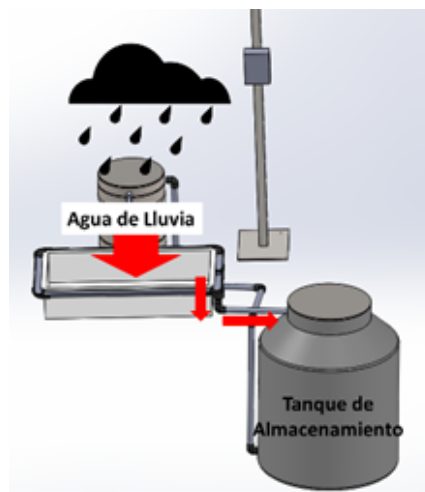


Figura 9. Captación de Agua en el dispositivo.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se realizó un cálculo para conocer la energía necesaria y la potencia requerida para el bombeo solar utilizando las siguientes fórmulas (Perpiñán, 2012).

$$\text{Energía eléctrica diaria} \left[\frac{\text{Wh}}{\text{día}} \right] = \frac{(\text{Volumen de agua} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \text{Carga [m]} \times 2.725)}{(\text{Rendimiento de la bomba}[\%])}$$

Para el cálculo de la potencia requerida en la bomba se hizo uso de la siguiente fórmula,

$$\text{Potencia Requerida [W]} = \frac{\text{Energía eléctrica diaria}}{\text{Promedio de Radiación Solar Diaria HSP}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al probar el sistema sin la implementación del PWM y considerando el flujo de 100L/h de la bomba y las 6 HSP debido a la ubicación, se obtuvo un flujo aproximado de 600L/día. Con el PWM al máximo se obtiene un flujo de 120L/día y con el PWM al mínimo aproximadamente 65L/día.

Tabla 2. Pruebas de sistema eléctrico-electrónico.

Condición	Corriente	Tensión	Flujo
Sin PWM	0.18 A	5V	100L/h
PWM máx	0.06 A	5V	20L/h
PWM mín.	0.03 A	2.3V	10.5L/h

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

El prototipo cuenta con una capacidad total de 575 litros de agua tomando en cuenta la capacidad del tanque de almacenamiento, el bebedero y la reserva nocturna. El sistema está diseñado para tener recirculación diaria de agua mediante bombeo solar, para contar con una reserva nocturna, con un tanque de almacenamiento y para poder realizar la captación de agua en temporada de lluvia. En época de sequía el prototipo tendrá que ser llenado por las personas a cargo.

La energía eléctrica diaria requerida es:

$$\text{Energía eléctrica diaria} = \frac{0.3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 3\text{m} \times 2.725}{0.6} = 4.08 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}$$

La potencia requerida en la bomba para el prototipo es:

$$\text{Potencia Requerida} = \frac{4.08 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}}{6 \text{ HSP}} = 0.68\text{W}$$

Debido a la poca altura y distancia de bombeo del agua en el prototipo se obtiene una potencia requerida de 0.68W para el bombeo de agua, una potencia bastante pequeña y fácil de obtener.

Se desarrolló otro cálculo en el que se toman en cuenta factores como el tipo de flujo (en este caso laminar de acuerdo al número de Reynolds calculado) y las pérdidas por fricción en tubería. El resultado nos arrojó un valor muy cercano, por lo que nos quedamos con el cálculo mostrado.

En la implementación del prototipo se deberá trabajar para que el bebedero se adapte al medio, respetando el ecosistema. Se muestra un ejemplo en la Figura 10.



Figura 10. Ejemplo de adaptación al medio.
Fuente: Desertsun, 2015.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha determinado que el bombeo ideal para el bebedero es por bombeo solar directo, esto se debe a los resultados obtenidos en tiempo de bombeo, calidad del circuito permanente y capacidad de estabilizar la tensión y poder tener un flujo controlado de la bomba de agua. La bomba del sistema es una pequeña bomba de corriente directa de 1.5W de potencia, la cual de acuerdo al cálculo de potencia es suficiente debido a las distancias y alturas cortas de bombeo. Si incrementa la escala del prototipo lo mejor será usar una bomba a 12V de 3.6W, que también podrá ser alimentada por el mismo panel de 10W con unas mínimas modificaciones.

El prototipo debe ser llenado por el personal a cargo en época de sequía, el agua recirculará durante el día y tendrá una reserva nocturna (cuando no se cuenta con bombeo solar). Si el agua se agota en el prototipo, el bombeo se desactiva hasta que el tanque de almacenamiento vuelva a tener producto. En caso de lluvia, el prototipo también cumple con la función de captación de agua, donde al llenarse el bebedero el agua sobrante se acumula en el tanque de almacenamiento para su posterior uso por la fauna.

Finalmente se considera que se debe evitar ser invasivo en el hábitat natural de los animales, se debe respetar el ecosistema y adaptar el prototipo a su medio. El prototipo no debe generar afectaciones a la dinámica y comportamiento de las especies de la zona, ya que existen especies adaptadas a estos periodos de sequía, migrando a otros sitios en búsqueda de agua y alimento, razón por la cual la implementación de los bebederos son una herramienta recomendable para épocas de sequía.

Se debe tener una buena planificación de los mismos en cuanto a ubicación y el número de bebederos instalados para minimizar los posibles impactos negativos. Es importante mencionar que el bebedero debe ubicarse cerca de algún árbol o lugar con posible sombreado para evitar la evaporación del agua en grandes cantidades, sin embargo, nos debemos asegurar que ninguna sombra afecte el panel solar que energiza el sistema de bombeo. Actualmente el equipo de trabajo está en espera de la compra del material para la implementación del prototipo y pruebas en sitio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo técnico del M. en I.A. J. Manuel Urbiola Ledesma, Director de la División de Tecnología Ambiental y del Ing. Miguel González López, docente de dicha División. Al Cuerpo Académico "Sustentabilidad en los recursos energéticos y naturales" por su apoyo y participación en el proyecto. De igual manera se agradece a la Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Tecnológica de Querétaro y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, que en conjunto publican la convocatoria de "Nuevos Talentos Científicos y Tecnológicos 2020", donde el proyecto participó obteniendo el primer lugar del certamen, siendo acreedor a un apoyo económico para la compra de material y herramienta para su fabricación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Nacional del Agua. (2018). Estadísticas del Agua en México 2018. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2020, marzo 20). Ante el cambio climático instalamos bebederos artificiales en Calakmul. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp/articulos/ante-el-cambio-climatico-instalamos-bebederos-artificiales-en-calakmul>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2018). Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de la biota con distribución en México. <https://www.snib.mx/taxonomia/descarga/>

Feria Arroyo, T. P., Sánchez Rojas, G., Ortiz Pulido, R., Bravo Cadena, J., Calixto Pérez, E., Dale, J. M., Duberstein, J. N., Illoldi Rangel, P., Lara, C., & Valencia Herverth, J. (2013). Estudio del cambio climático y su efecto en las aves en México: enfoques actuales y perspectivas futuras. *Huitzil*, 14(1), 47-55.

Gallina, S., & Bello Gutierrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423-436. <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>

Mandujano Rodríguez, S., & Hernández, C. (2019). Uso de bebederos artificiales por venado cola blanca en una UMA extensiva en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México. *Agro Productividad*, 12(6), 37-42. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1406>

Martínez Kú, D.H., Escalona Segura, G. & Vargas Contreras, J.A. (2008). Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. *Avances En El Estudio de Los Mamíferos II*. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México, 449-468.

Mendoza Ponce, A. V., Corona Núñez, R. O., Kraxner, F., & Estrada, F. (2020). Spatial prioritization for biodiversity conservation in a megadiverse country. *Anthropocene*, 32, 100267. <https://doi.org/10.1016/j.anecene.2020.100267>

Ontiveros Chacon, J. C. (2012, June). Evaluación del crecimiento de cervatos cola blanca texanos (*Ovis montanus*), alimentados con diferentes fórmulas lácteas. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/3114/1/1080224616.pdf>

Perpiñán, Ó., Santos, A. C., & Gil, M. A. C. (2012). Diseño de sistemas fotovoltaicos (Vol. 1). PROGENSA.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Informe del Medio Ambiente en México. Biodiversidad, 218-280. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Cap4_biodiversidad.pdf

Secretaría de Desarrollo Sustentable. (2020). Informe Anual 2020 sobre la Gestión Ambiental en el Estado de Querétaro. https://www.queretaro.gob.mx/generalmagen.aspx?ServerUploads=10.16.12.13&p=/NoticiasSEDESU/204_800_1089_1782811749_INFORME-ANUAL-GESTIOON-AMBIENTAL-2020.pdf

Secretaría de Energía de México. (2015). Evaluación Rápida del Uso de la Energía, Querétaro, Qro. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170901/26_-_Quer_taro.pdf

Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. In *Estudios del cambio climático en América Latina* (Documentos de Proyectos ed., Vol. 693, pp. 13-25). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

elasco, I., Ochoa, L., Gutiérrez, C. (2016). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, 17(34), 35-71. <https://doi.org/10.22198/rys.2005.34.a615>

PLANTING, UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE AL “FRACKING”

Arrieta Noguera, E¹

RESUMEN

El autor, ha detectado problemas de sostenibilidad ambiental, social y económica de la producción rural: deterioro del suelo por ganadería extensiva, baja productividad en fincas ganaderas, bajos ingresos de familias campesinas, renuencia de jóvenes bachilleres a estudiar carreras del agro, deficiente asistencia técnica, bajo número de proyectos agroindustriales, agronegocios de bajo valor agregado, escaso uso de maquinaria agrícola, bajo índice de uso de energía eléctrica, deterioro de su calidad de vida, altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero, que agravan el problema del calentamiento global y el cambio climático con inundaciones, sequías prolongadas, baja disponibilidad de combustibles, deficiente nutrición de niños y niñas, lo que incide en su rendimiento escolar. De otra parte, en el país se dispone de escasas reservas petroleras, un porcentaje importante del crudo, se exporta como “comodity”, sin valor agregado, su precio al vaivén de transacciones internacionales, todo el proceso de prospección, localización, explotación, transporte y transformación y comercialización del petróleo es costoso y demorado y muchas de estas transacciones van a compañías extranjeras multinacionales, en forma de divisas que salen del país y la gran solución que se ha encontrado, para los llamados “yacimientos no convencionales”, el *fracking*, presenta una serie de retos a nivel ambiental, de salud pública y sobre todo en costos, del orden de billones de pesos, por lo que se plantea en esta investigación una alternativa sostenible al *fracking*, la cual se ha denominado, con la que se pretenden resolver buena parte de los problemas aquí expuestos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores riesgos para la productividad de la agroindustria y la seguridad alimentaria para Colombia y muchos países en el mundo es el calentamiento global y el cambio climático. Solo en 2010, Colombia tuvo que afrontar pérdidas cercanas al 2.2% del PIB debido al fenómeno de “La Niña”. Desde 2015 hasta 2016 se ha lidiado con una sequía intensa, un fenómeno de “El Niño” prolongado que ha dejado 318 municipios vulnerables al desabastecimiento de agua y 20 en situación crítica, según el IDEAM. Colombia contribuye con el 0.46% de las emisiones globales de Gases de

¹ Ambientronika Ltda., Líder de Investigación, Bogotá, Colombia, octubre de 2020

Efecto Invernadero (GEI), y si no se toman medidas serias estas emisiones podrían aumentar alrededor de un 50% en 2030, (MINAMBIENTE, 2018). Por esta razón, el país se comprometió a reducir 20% sus emisiones, con base en un escenario proyectado a 2030 y el 30% si cuenta con cooperación internacional y este es un compromiso que debemos asumir todos los colombianos y este proyecto pretende poner un granito de arena, haciendo un modesto aporte para cumplir esta ambiciosa meta.

De esta forma, el proyecto apunta a contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) #1, Fin de la Pobreza, #2 Hambre Cero, #7 Energía Asequible y No Contaminante, #11 Ciudades y Comunidades Sostenibles, #13 Acción por el Clima y #17, Alianzas para Lograr los Objetivos.

De otra parte, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC, 2020) Magdalena es el cuarto departamento con más tierra cultivable del país: de las 2.314.438 hectáreas de extensión total, cerca de 996.031 se encuentran catalogadas por esta institución como suelos aptos para la producción agrícola, esta cifra representa un 43 por ciento de la extensión del departamento, además, constituye el 8% del total de la tierra fértil y disponible para la agricultura con la que cuenta el país en la actualidad.

A pesar de estas alentadoras estadísticas, según el DANE (2010), el Magdalena depende en un 50% de otros departamentos y regiones para cubrir la demanda de alimentos de su población, igualmente, que la tasa de inseguridad alimentaria sobrepasa el 60%; hechos que contrastan con el cuarto lugar entre los departamentos del Caribe colombiano que más alimentos produce: 648.801 toneladas al año. (MADR, 2010)

En cuanto al uso de la tierra fértil: solo el 72,12% se destina a la agricultura y una gran porción está dedicada exclusivamente a la ganadería extensiva, hecho que ha demostrado la ciencia es un factor determinante para que el 74,4% de este suelo empiece a presentar procesos de desertificación. (MINAMBIENTE, 2016)

Corresponde a las fuerzas vivas del departamento y a los actores políticos que toman las decisiones, es decir, quienes pueden gestionar el compromiso real del Gobierno.

Central para con un proyecto de gran envergadura y a largo plazo; que asuman el reto de concretar jurídica, económica y logísticamente una propuesta para explotar la vocación natural de las tierras magdalenenses, utilizándolas para la agricultura y la agroindustria.

En consecuencia, se ha decidido aceptar estos dos enormes retos que se plantean aquí, uno nacional y global de reducir las emisiones de GEI y el segundo, a nivel del departamento, formulándose e iniciado la implementación de la primera fase del proyecto. Se crea el término *planting*, para presentar una alternativa de generar biocombustibles carbononegativos a partir de sembrar y cosechar los frutos de arbustos apropiados para este fin, al tiempo que se generan productos nutritivos.

El objetivo del presente proyecto es demostrar que es posible técnica y económicamente producir biocombustibles a partir de la agroindustria, al tiempo que se generan complementos nutricionales, para lo cual se integró una alianza estratégica con una finca del departamento de Tárcoles en Costa Rica, una granja experimental en el sur del departamento del Magdalena, con una parcela en Lérída en el departamento del Tolima, con la asesoría técnica de la facultad de ingeniería forestal de la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid, España y una planta piloto de extracción de aceites ubicada en la granja experimental de la Universidad del Tolima.

La importancia del proyecto radica en que se plantea un nuevo modelo de desarrollo centrado en el campo, innovando a nivel de producto, proceso, modelo de negocio y lo más importante, la innovación social, ya que se desarrolla el nombre en código del proyecto que es "4 A-C&C-FpF", que significa, 4A = Cuatro (especies de) árboles, C&C = Comida y Combustible y FpF = de Finquero para Finquero, de forma que las mismas comunidades campesinas siembran los árboles y los cosechan en sus fincas, y en una planta de beneficio, ubicada también en una finca en el vecindario de los cultivos, se producen los biocombustibles que utilizarán para mover su maquinaria agrícola y generar su energía eléctrica al tiempo que producen complementos nutricionales para sus ganados, y sus familias, teniendo la posibilidad de comercializar los excedentes del negocio y mejorar sus ingresos económicos y su calidad de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo bajo la modalidad de innovación abierta, en tres sitios diferentes, a saber, en la finca "GroWin", ubicada en el departamento de Tárcoles, en Costa Rica, en la granja experimental "La Aspiración", ubicada en la vereda "El Reposo", en el municipio de Santa Ana, Magdalena y en la parcela de la firma PROA Ltda., ubicada en la zona industrial de Lérída, Tolima, con la asesoría técnica de la facultad de ingeniería forestal de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), y en la planta piloto para extracción de aceites vegetales, donada por esta universidad, ubicada en instalaciones de la granja experimental de la Universidad del Tolima, en Lérída, Tolima. Las cuatro especies de árboles utilizadas en el proyecto, que corresponden al código "4 A-C&C-FpF", son *Ricinus communis* (Higuerilla), *Jatropha Curcas* (Jatropha), *Acrocomia aculeata* (Tamaca) y *Moringa oleifera* (Moringa).

En GroWin, se trabajó en una extensión de 30 hectáreas, en las cuales se sembraron higuerilla, jatropha y tamaca, con esquemas de siembra 2x2m, 3x3m y 5x5m, respectivamente. Allí se construyó una planta piloto para la producción de aceites vegetales combustibles de estas tres oleaginosas. Este trabajo se viene realizando desde 2012

En PROA, se trabajó en una parcela de 4000m² con moringa, utilizando un esquema de siembra de 0.50 x 0.50m para los árboles que se utilizaron como forraje para cosechar sus hojas y de 2x2m para aquellos en que se cosechó su fruto para obtener semilla para

reproducción y la obtención de aceite vegetal comestible. En este sitio se está trabajando en este proyecto desde 2013. Se dispone de una planta para la deshidratación de la hoja seca de moringa, molienda para obtener harina o polvo de moringa y se obtienen dos tipos de fertilizantes, uno líquido y otro sólido (compost) a partir de la biomasa sobrante del cultivo.

En la planta piloto de la granja experimental de la Universidad del Tolima, se obtuvo por extracción aceite comestible de moringa.

En La Aspiración se trabajó en una parcela experimental de 2500m², con moringa, en un esquema de siembra de 0.50x0.50m, para forraje y cosecha de hojas y de 2x2m, para obtención de semilla con fines reproductivos. Desde 2012 se sembraron los primeros árboles de moringa, para aclimatarla a la oferta ambiental del sitio y a partir de agosto de 2019, se sembró la primera parcela experimental. Se dispone de una planta con una pica pasto, para reducir el tamaño de la hoja de moringa y de una ensiladora manual para producir silo de este árbol, el cual se dará como alimento en el verano al ganado vacuno del lugar. A partir de 2018 se sembraron los primeros árboles de *jatropha*, para lograr que se aclimate a las condiciones de la granja y recolección de semilla y en la siguiente fase del proyecto de investigación se procederá a sembrarla en campo. En el presente estudio, en el proceso de poda, se tomo una muestra cada cinco árboles podados, se pesó el total podado y las hojas en cada árbol y por diferencia se obtuvo el peso de las ramas. Las hojas se pasaron por una máquina picadora y luego se ensilaron en una máquina ensiladora manual, en bolsas de plástico negras, debidamente etiquetadas. Las ramas se picaron también y se mezclaron con una cama de abono orgánico y estiércol estando actualmente en el proceso de compostaje.

En esta granja experimental se creó el término Microcentro Agroindustrial de Alto Valor Agregado (MAAVA), que será la célula fundamental para la consolidación del proyecto *planting* y foco para su expansión y diseminación, para reemplazar el modelo tradicional de producción pecuaria de la zona, de ganadería extensiva de doble propósito, donde sólo se vende leche sin refrigerar y carne en pie en forma de terneros destetos y vacas de descarte.

Una vez aclimatados los primeros especímenes de *jatropha* sembrados en esta granja experimental, se procedió a recolectar la semilla, se creó un pequeño vivero y posteriormente se trasplantaron a terreno, los cuales son maduros y están produciendo nuevas semillas aclimatadas, en un esquema de siembra de 2 x 3 metros.

Estas cuatro especies de árboles, en un esfuerzo de adaptación al cambio climático, se seleccionaron porque tienen en común su resiliencia, requieren pequeñas cantidades de agua y nutrientes, prosperan en terrenos degradados de ganadería extensiva y producen unos frutos de los cuales se extrae en el caso de la higuera, *jatropha* y tamaca un biocombustible carbono-negativo que se utiliza en motores Diesel, en la modalidad de

autoconsumo, como generadores eléctricos y maquinaria agrícola, para los cuales se creó el término Aceite Vegetal Combustible Para Motor (AVCPM), y en el caso de la moringa, se obtienen productos de alto valor nutritivo, en sus hojas, que se pueden utilizar frescas como alimento para el ganado vacuno, o en silo. La hoja se deshidrata y se puede utilizar para consumo humano en infusiones como complemento nutricional y al molerse esta, se obtiene el polvo o harina de moringa, que es muy versátil y también se puede utilizar como complemento nutricional en una gran cantidad de alimentos líquidos o sólidos, con o sin preparación.

En los tres sitios del estudio se obtuvieron los diferentes productos mencionados, esta información se tabuló y se procesó para obtener los rendimientos por hectárea para cada tipo de uso y mercado, cuyos resultados se presentan en la siguiente sección y en consecuencia, poder hacer la proyección del crecimiento y expansión del proyecto en su área de influencia y en otras regiones de trópico bajo del país y eventualmente en el exterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recopiló y procesó la información obtenida en los tres sitios en los que se desarrolló el proyecto, la cual se presenta a continuación, tabulada para cada especie de árbol utilizada en la investigación. En cada caso se hizo una proyección a veinte años, a partir de datos medidos en cada localidad, en términos de producción por hectárea-Año.

En la Figura 1 se presentan los resultados para *Ricinus Communis* (Higuerilla), obtenidos en la finca GroWin, en Tárcoles, Costa Rica.

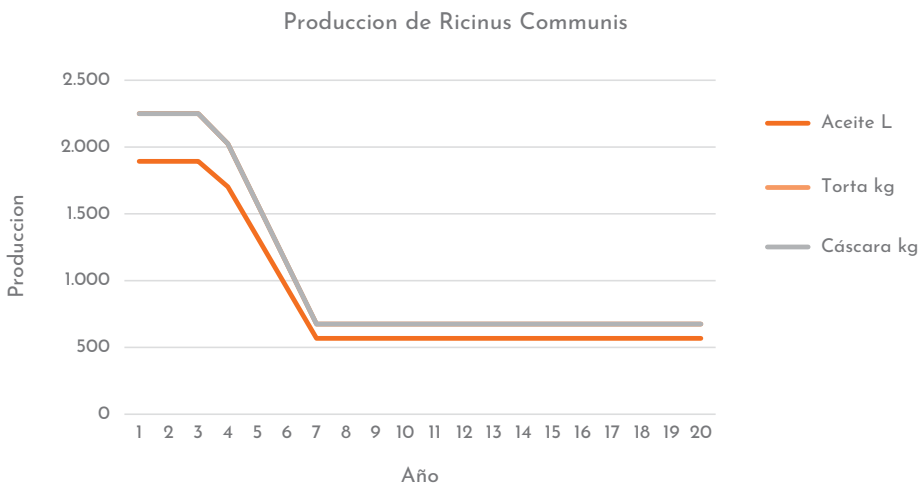


Figura 1 - Producción de aceite combustible (AVCPM), por Ha/año y subproductos de *Ricinus Communi* (Higuerilla).

Fuente: Datos obtenidos en la finca GroWin, en Tárcoles, Costa Rica, 2013

En la Figura 2, se pueden consultar los resultados para *Jatropha Curcas*, que en Costa Rica y demás países de Centroamérica se le conoce también con el nombre vulgar de "Tepate".

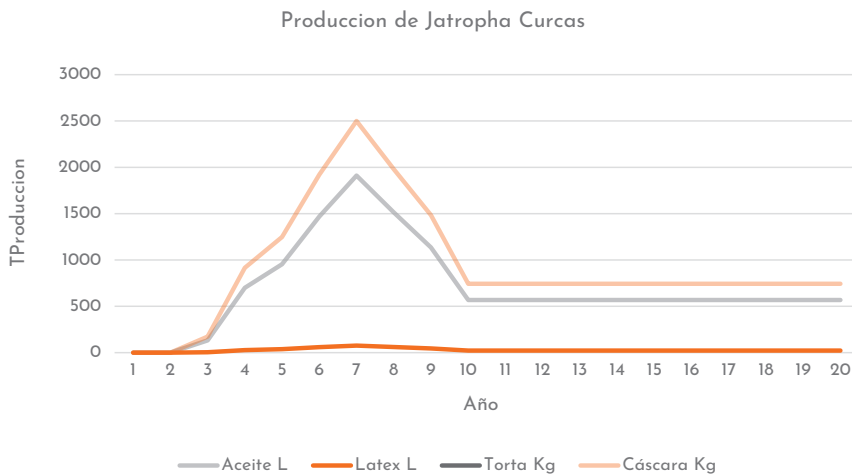


Figura 2 - Producción de aceite combustible (AVCPM) y subproductos de *Jatropha Curcas*. Valores por hectárea-año
Fuente: Datos obtenidos en la finca GroWin, en Tárcoles, Costa Rica, 2013

En la Figura 3 se presentan los resultados correspondientes a la producción de aceite y subproductos de *Acrocomia Aculeata* (Tamaca). Tanto en Costa Rica, como en los demás países de Centroamérica, se le conoce también con el nombre vulgar de "Coyol".

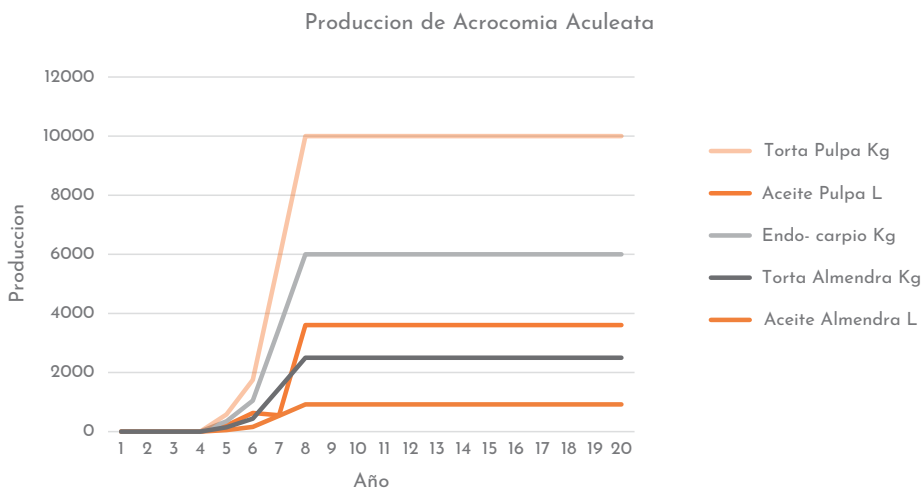


Figura 3. Producción de aceite combustible (AVCPM) y subproductos de *Acrocomia Aculeata* Valores por hectárea-año
Fuente: Datos obtenidos en la finca GroWin, en Tárcoles, Costa Rica, 2013

En la Figura 4, se presentan los resultados de *Moringa Oleifera*, tanto de Proa en Lérica, Tolima, como de La Aspiración, en Santa Ana, Magdalena, de aceite y otros subproductos.

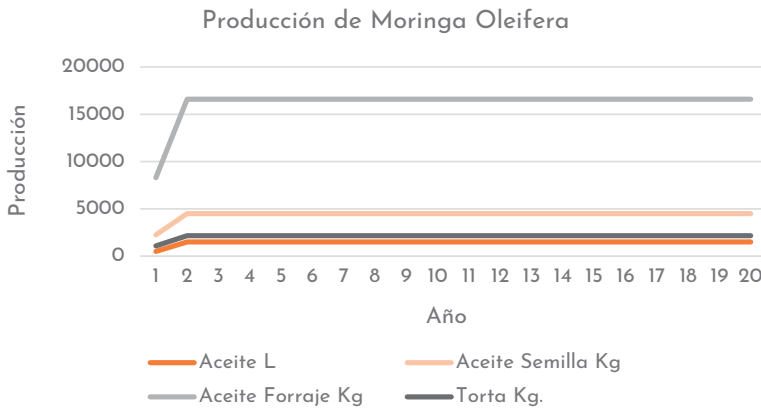


Figura 4 - Producción por Ha/año de aceite comestible y otros subproductos de moringa
Fuente: Elaboración propia, 2020

En la literatura, (Ortiz Tapia, M., et al., 2015) se reportan rendimientos para el aceite crudo de palma africana (*Elaeis guineensis jacq.*) de 5567 L/Ha-año, sin embargo, dado que se necesitaba establecer una comparación desde el año cero (0) hasta el año veinte (20) como se hizo con todas las especies del estudio, se requería hacer lo mismo con el aceite de palma africana, por lo que, a partir de un estudio de FEDEPALMA (Mosquera, M., et al., 2015), se procesó esta información y se obtuvo la producción promedio en Colombia, la se comparó con la producción individual de las tres (3) especies estudiadas y este total, se comparó con los resultados equivalentes para la palma africana. Esta información se presenta en la Figura 5.

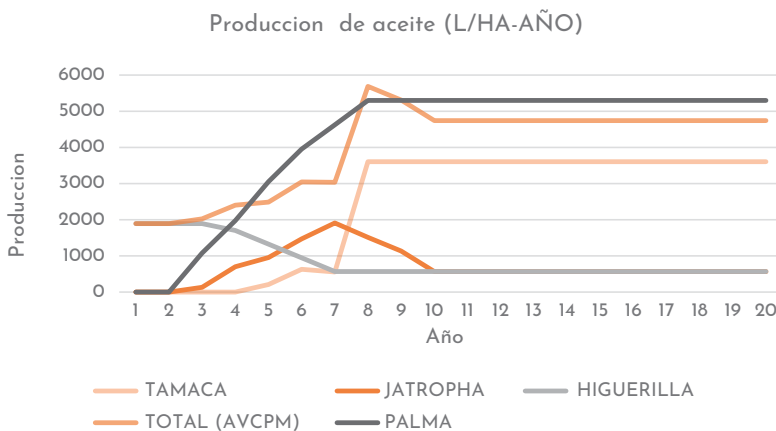


Figura 5. Comparación de la producción de AVCPM de Higuierilla, Jatropha y Tamaca, con la de Aceite Crudo de Palma Africana.

Fuente: Datos calculados por el autor a partir de los producidos en este artículo y los presentados en el estudio de FEDEPALMA (Mosquera, M., et al., 2015).

Aquí se puede observar que la gráfica de color amarillo corresponde al total del AVCPM producido por las tres (3) especies del estudio, comienza alrededor de los 2000 L/Ha-Año en el año 1, llega a un máximo en el año 8, alrededor de 5700 L/Ha-Año y luego se estabiliza por encima de 4700 L/Ha-Año. Mientras que la producción de esta especie de Palma Africana comienza en cero (0) para el primer año, y sube a un máximo de alrededor de 5300 L/Ha en el año 8, que es un 0,19% inferior al del total de AVCPM, y se estabiliza en este valor hasta el año 20, que es un 11% superior al del AVCPM.

Las ventajas de la propuesta del presente proyecto radican en que se trata de un policultivo, no se requiere la alta calidad de suelos que exige la palma africana, ni el sistema de riego ni de fertilización y algo muy importante, no compite con la comida, ya que el aceite crudo de palma es comestible. Los aceites combustibles (AVCPM) presentados aquí, no son comestibles; a excepción del de Tamaca, pero su consumo no está generalizado; y requieren un sistema de refinación relativamente sencillo, no necesitan de un proceso de transformación complicado, físico y químico con uso de materias primas provenientes del petróleo como el metanol, la importación de catalizadores que son costosos, consumen divisas y generan subproductos como la glicerina, de difícil comercialización y producen altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que contribuyen a empeorar las extremas condiciones de sequía e inundaciones que enfrentan los productores agropecuarios del país. Las extensiones de tierra de alta calidad que se requieren para una planta extractora de aceite son del orden de miles de hectáreas, en tierras muy costosas, de decenas de millones de pesos por hectárea, uso de agua para riego que compiten con el suministro por acueductos y de ahí al consumo humano, exige un alto nivel tecnológico tanto para el establecimiento y mantenimiento del cultivo, como para la extracción y producción de aceite crudo y refinado y una planta adicional para la producción del biodiesel, el cual, es un aditivo para el Diesel de petróleo, ya que, en el mejor de los casos, puede llegar al 10%-12% de la mezcla de este combustible. Para el caso que aquí se presenta, el AVCPM se usa 100% en motores Diesel, en la modalidad de autoconsumo, tanto para generación de energía eléctrica, como para uso en maquinaria agrícola y transporte de carga y pasajeros y está dirigido a pequeños y medianos ganaderos, donde este sistema de producción puede convivir con la ganadería que se iría transformando de forma paulatina de extensiva a semi-intensiva. El policultivo que se presenta aquí favorece la atracción a la fauna local, las mismas poblaciones beneficiados con este esquema siembran y cosechan sus productos, los llevan a una planta de procesamiento de la cual son copropietarios y se benefician tanto de su combustible carbono-negativo como de sus productos nutricionales, que contribuyen a su seguridad alimentaria. Este sistema de policultivo tiene la ventaja adicional que se comienza a producir AVCPM a partir del año 1, gracias a la precocidad de la higuera y no se tiene que esperar de 5-7 años para el caso de las variedades tradicionales de palma africana y los 2.5 a 3 de los nuevos híbridos, sobre los cuales los productores, en la mayoría de los casos tienen que pagar regalías por las semillas o plántulas y tienen problemas serios de polinización, lo que incrementa su costo de producción.

Sin embargo, en un escenario de transición energética hacia una descarbonización de la economía, dentro de pocos años, el esquema *planting* y la producción de biodiesel a partir de la Palma Africana, pueden coexistir algunos años, después de todo, sus frutos se producen en el país y generan empleo local, contribuyendo a mejorar las condiciones económicas de los productores del campo y ambos esquemas generan un biocombustible que tiene emisiones muchos más bajas que los combustibles fósiles que el fracking produciría, en caso que pase los retos legales, sociales y ambientales que enfrenta en la actualidad y este proyecto piloto sea exitoso.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este estudio, producto de un esquema de innovación abierta y colaborativa, al que se ha denominado *planting*, resultan interesantes y prometedores. Se demostró que, en terrenos degradados de ganadería extensiva, en tierras marginales para la producción de alimentos, de pequeñas y medianas fincas ganaderas de trópico bajo, con riego natural y un nivel bajo de fertilización, se puede obtener, por parte de estos propietarios un portafolio de biocombustibles carbononegativos, los cuales, bajo la modalidad de autoconsumo, pueden ser utilizados por estos actores para generar su propia energía eléctrica, en Zonas No Interconectadas (ZNI), para mover su maquinaria agrícola y mejorar su productividad, y transportar su carga y pasajeros en sitios rurales, al tiempo que generan productos nutritivos, tanto para sus ganados, como para su propio consumo, teniendo la posibilidad de comercializar sus excedentes, para mejorar su nivel de ingresos económicos y su nivel de vida.

A manera de ejercicio académico, se propone examinar un escenario hipotético, en el cual se invirtiera en la consolidación del modelo *planting*; un novedoso modelo de desarrollo centrado en el agro, en la agroindustria, que toma al MAAVA como célula fundamental para su consolidación y expansión; una suma similar a la que se pretende invertir en los proyectos piloto de fracking, que planea desarrollar Ecopetrol dentro de pocos meses. Supóngase que se hace una inversión del orden de US\$ 1500 millones, que al cambio de \$3800/US\$, da la astronómica suma de 5.7 billones de pesos.

De acuerdo con el modelo financiero desarrollado en la finca GroWin en Tárcoles, Costa Rica, (Comunicación personal de los socios de la finca con el autor) se requiere un policultivo de 500 hectáreas para una pequeña planta de beneficio de los productos aquí expuestos. Se obtuvo un estimativo del costo de inversión de una planta de beneficio para esta extensión, con su costo anual de operación y mantenimiento y los costos de establecimiento de este cultivo y de sus costos de mantenimiento durante una vida útil de cultivo y planta de 20 años, en dólares (US\$).

De una compilación de los resultados de las Gráficas 1 a la 3, se tiene que la producción unitaria promedio de AVCPM para 20 años de operación de una planta de 500 hectáreas

es de 3996L/Ha-año, que para las 500 hectáreas es de 1.998.000L/año, que serían 527.873Gal/año, equivalente a 12.569Bbl/año. Al aplicar la suma teórica de ese ejercicio de US\$ 1500 millones, para un costo unitario de cultivo-planta de US\$ 4.9626.727, se podrían construir 65 proyectos de cultivo-planta en toda la zona de trópico bajo del país, y se podrían producir un total de 814.794Bbl, de AVCPM, que para un consumo promedio diario durante 2019, en el país, de 137.199Bbl/d, (UPME, 2020) alcanzaría para alimentar a todo el país durante 6 días, y además, se generaría un total de 97.241 empleos directos en los cultivos, 324 empleos directos en las plantas de beneficio, para un total de 97.565 empleos directos, a nivel rural y 292.626 empleos indirectos a nivel nacional, para un total de 390.261 empleos directos e indirectos y se sembrarían 32.414 Has de las cuatro (4) especies del estudio, que en la actualidad son terrenos degradados de ganadería extensiva, con un uso marginal para la producción de alimentos y que, en el curso de diez años, habrán recuperado su capa vegetal y contenido orgánico, habilitándolos para cultivos alimenticios más exigentes en calidad de la tierra.

De otra parte, en cada planta de beneficio, durante los 20 años de su vida útil, se podrán producir 14.500.000 L de aceite comestible de moringa, 161.850 kg de forraje el cual podrá ser convertido, parte en silo para la alimentación de los ganados de los productores agropecuarios beneficiados con el *planting* y parte en harina o polvo de moringa como complemento nutricional de estas familias, las cuales podrán comercializar sus excedentes a nivel nacional e internacional. También se podrán producir 21.000.000 kg de torta de moringa, con unas características nutritivas muy interesantes para ser convertidas en concentrado para los ganados para complementar la alimentación con silo de moringa. Si extrapolamos estos valores a los 65 cultivos y plantas de beneficio que se podrían construir a nivel nacional se podrán producir 939.997m³ de aceite comestible de moringa, 10.492.315Ton de forraje, para uso como silo y como harina de moringa y 1.365.265 Ton de torta de moringa para preparar un concentrado con altos valores nutritivos para los ganados de los productores beneficiarios.

En resumen, el resultado de trasladar al *planting* lo que se planea invertir en dos proyectos piloto de fracking, tendría un poderoso impacto a nivel de desarrollo ambiental, económico y social del campo colombiano, que por supuesto no se alcanzaría en un experimento que puede o no resultar positivo y que tiene un riesgo relativamente alto de fallar. De aquí se desprende el título de este estudio: *planting*, como una alternativa sostenible al fracking.

De cualquier manera, los importantes resultados del presente estudio, que se consolidan en el primer MAAVA que se está configurando en la granja experimental de La Aspiración, ubicada en Santa Ana, Magdalena, son altamente positivos y muy novedosos, lo que anima al autor a plantear la creación a corto y mediano plazo de la "Universidad de la Gente del Campo", donde confluyan la ciencia, la tecnología y la innovación, con el conocimiento tradicional, para entregarle a los pequeños y medianos ganaderos de la región y el país, una alternativa viable a la tradicional ganadería extensiva, para que hagan un aporte significativo a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero

y contribuyan a lograr las metas del país y del planeta en materia de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y de esta forma disminuir los efectos adversos del calentamiento global y el cambio climático que golpean cada año con fuerza a estos productores agropecuarios en forma de sequías prolongadas e inundaciones periódicas que reducen considerablemente la productividad de sus fincas y deterioran sus ingresos, su seguridad alimentaria y su calidad de vida.

Se considera que es muy importante difundir estos resultados y esta propuesta, para lo cual este congreso es un medio muy significativo, y para hacer de este proceso de divulgación un mecanismo permanente, se le ofrece al SENA, en comodato, por un período a convenir entre las partes, una extensión de 4 hectáreas dentro de la granja experimental La Aspiración, ubicada en la vereda "El Reposo", en el municipio de Santa Ana, Magdalena, para que ubique y construya allí un nodo agroindustrial 100% rural, para preparar a los futuros técnicos y tecnólogos que implementarán el proyecto del *planting* en todo el país.

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece a Ricardo Solera, gerente de C-Fela, en San José, Costa Rica, por su asesoría técnica y por suministrar información muy valiosa sobre la producción de AVCPM en la finca GroWin, en Tárcoles, Costa Rica. De igual forma se agradece a Eduardo Acosta, director técnico de la finca GroWin, en Tárcoles Costa Rica, por compartir con el autor información de su experiencia con el cultivo y la producción de AVCPM. Igualmente, se expresan los agradecimientos a Polidoro Rodríguez, gerente de Proa Ltda., y a la ingeniera Edna Ruirán, presidenta de Asocolmoringa, ubicadas

en la zona industrial de Lérida, Tolima, por compartir con el autor durante varios años su experiencia e información muy valiosa sobre el cultivo y el procesamiento de la moringa y la obtención de fertilizantes sólidos y líquidos, a partir de el exceso de biomasa de este cultivo. También se expresan agradecimientos al ingeniero forestal Miguel Godino, de la facultad de ingeniería forestal de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en Madrid, España, por su estímulo durante varios años y por la valiosa asesoría relacionada con los aspectos técnicos y económicos que se involucran con el cultivo y el procesamiento de la moringa. Por último, se agradece a Robert Arrieta, director del proyecto en la granja La Aspiración y a Alfonso Jiménez y Maver Martínez, sus asistentes operativos, por la dedicación y el enorme esfuerzo que han hecho para hacer de este proyecto una realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINAMBIENTE, et al. El acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. Bogotá, 2018, 60 p.

IGAC, ¿En dónde están los mejores suelos para cultivar en el país?, Bogotá, 2020.

DANE, Encuesta Nacional de Situación Nutricional - ENSIN, 2010.

MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Agronet, 2010.

MINAMBIENTE, Plan Integral De Gestión Del Cambio Climático Territorial Del Magdalena 2040, 2016.

Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D., Castro, L., Fontanilla, C., & González, M. A. (2017). Costos de producción para el fruto de palma de aceite y el aceite de palma en 2015: estimación en un grupo de productores colombianos. *Palmas*, 38(2), 11-27.

Ortiz Tapia, M., et al., 2015. Obtención de biodiesel a partir de aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis jacq.*). Aplicación del método de ruta ascendente. 2015.

UPME, Proyección de Demanda de Energéticos ante el Covid-19, 2020-2026, junio 2020.

IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MALLAS RECOLECTORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN FUENTES HÍDRICAS DE AGUAS SUPERFICIALES: VISIÓN GLOBAL

Rengifo Duque, Yennifer Danys¹; Palmera Horta, Kelly Johana², Mora Higuera, Leidy Milena³, Mancera Gutierrez, Elizabeth³, Pacheco Torres, Pedro Jessid⁴.

RESUMEN

El presente tiene como finalidad identificar el impacto generado por la implementación de mallas recolectoras y conocer mediante casos aplicativos a nivel global como ha mejorado el aprovechamiento de los residuos producidos por los sectores agrícola e industrial, debido a que son sectores que contribuyen en mayor grado a la contaminación y desequilibrio del ecosistema, sin olvidar también la contaminación de los hogares y el poco interés social del manejo de los residuos. En algunos países latinoamericanos como Colombia los residuos orgánicos poseen un mayor porcentaje y pueden alcanzar un 63.82% del total. Por lo cual se ha desarrollado una visión global de la implementación de esta tecnología y de acuerdo a los resultados del estudio de ser implementado un mayor número las mallas recolectoras en Colombia, podrían retener hasta el 100% de los desperdicios, en relación a prototipos diseñado en ciudades como de Serrana de Villa Carlos Paz en Argentina.

INTRODUCCIÓN

Para el mejoramiento de las fuentes hídricas es necesario, la concientización y realizar una proyección del impacto de implementación de mallas recolectoras de residuos sólidos que permitan mediante el uso de herramientas investigativas el fortalecimiento de la cultura y concientización del daño ambiental generado por el ser humano. Para ello se propone el presente artículo abarcando diferentes áreas de la parte industrial y de consumo humano permitiendo encontrar las mejores opciones de mallas recolectoras para nuestras aguas, ríos y mares (Ramírez, 2015) (Andrade,2011).

1 Corporación Universitaria Reformada, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Barranquilla – Colombia.

2 Corporación Universitaria Reformada, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Barranquilla – Colombia.

3 Corporación Universitaria Reformada, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental, Barranquilla – Colombia.

4 Corporación Universitaria Reformada, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Barranquilla – Colombia

Unos de los inconvenientes que tiene el mundo actualmente, por las consecuencias que tiene de manera negativa sobre el planeta tierra, es la contaminación hídrica, que es generada por la humanidad a base de las actividades de nuestro día a día.

Por ese motivo, es importante la formación, concientizar, generar sensibilización y conocimiento sobre las secuelas, causas y soluciones.

El concepto de contaminación hídrica puede ser definida como todo aquel contaminante que afecta la calidad natural del agua, partiendo de su estado inicial y llevandolo a desarrollar alteraciones, modificaciones y/o transformaciones del agua en su estado natural, ya sea de manera física, química, o desde el punto de vista de las sustancias solidas o liquidas (Pineda, 2017).

Las principales causas tanto naturales como humanas son las siguientes: falta de conocimiento en el manejo de este preciado recurso, rasgos de ausencia de cultura de la humanidad, presencia de contaminantes físicos y químicos, desarrollo de actividades industriales, producción de plásticos, entre otros.

Las principales consecuencias por la contaminación hídrica en la salud pública es la propagación de enfermedades como Hepatitis A, enfermedad diarreica aguda EDA, aquellas transmitidas por alimentos ETA y fiebre tifoidea y paratifoidea (Rodríguez, 2016). Esto debido a que estas fuentes son las que se usan para tratamiento y consumo humano.

Desde una perspectiva global a nivel ambiental se han generado consecuencias graves en la degradación del medio ambiente, generando disminución del agua potable, aumento de la erosión, desde una visión más administrativa se han generado afectaciones económicas a sectores como el turismo, afectación de la vida silvestre entre otros (Pineda, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se muestra en detalle, el resumen metodológico empleado dentro de la investigación, consignado dentro de la figura 1.

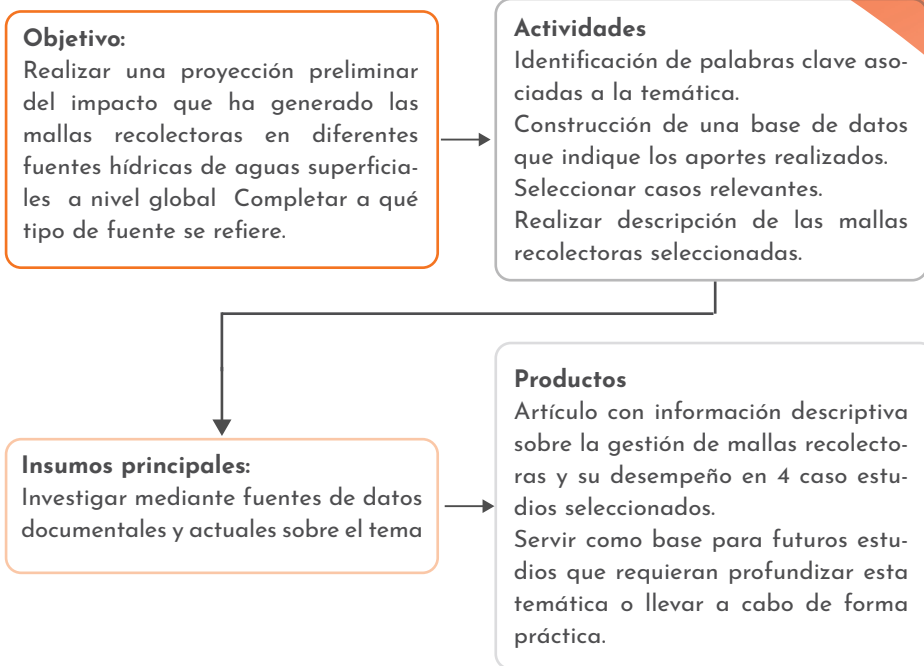


Figura 1. Desarrollo metodológico
Fuente: Elaboración propia (2020).

Dentro de la metodología implementada podremos encontrar una definición clara del objetivo que deseamos encontrar en el desarrollo de este proyecto, soportada por el desarrollo de 4 actividades principales dentro del marco del proyecto, esto alineado a fuentes de información secundarias claramente definida con unos productos que abren pie a futuras investigaciones.

Como se puede observar dentro de las actividades investigativas, se procedió a escoger 4 caso estudios reales, con base a investigaciones ya implementadas en otros países tales, como Australia, Holanda y Argentina, lo anterior mediante investigación de carácter exploratorio y descriptivo. la compilación de datos fue realizada mediante el estudio de fuentes secundarias como artículos científicos, bases de datos como google académico, estudios de asociaciones, entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mallas de recolección de basura tienen diferentes nombres, dependiendo del país, tales como, biobardas, trampas de basura, redes de drenaje; todas ellas con la característica de recolección de residuos filtrando el agua, pero a la vez recoger los desechos. En Colombia las rejillas son construidas en plástico, lo cual evita que sean

robadas (Maderplast, 2016). Mediante una revisión sistemática se logró determinar mediante el estudio de diferentes aspectos socioambientales, donde causó mayor impacto la implementación de mallas recolectoras en casos de estudios aplicados para Argentina, Australia, Colombia y Holanda como se muestran a continuación:

Redes de drenaje implementadas en Australia: cuyo diseño contiene un montaje ubicado en las salidas de los sistemas de drenaje donde se ancla un conducto metálico con la red de recolección la cual tiene una longitud que no pone en peligro el descargue de aguas y permita la retención de estos desechos, al tener una longitud apropiada esta malla retiene las basuras al extremo más lejano de la salida permitiendo que el agua se eleve y pueda salir sin ningún problema. Estas redes de hormigón son de 750 mm y 450 mm de diámetro y fueron parte del proyecto de innovación en la ciudad Kwinana en Australia con el fin de dar solución en la descarga de basuras que son transportadas por los sistemas de drenaje y luego son descargadas en cuerpos de aguas naturales, donde se logró recoger en 6 meses 370 kg de basura y se calculó en el proyecto que los costos de inversión se retornan a largo plazo (IDEASS, 2020).

Mallas boca de tormenta en Argentina: Este proyecto se encuentra implementado en la ciudad de Serrana de Villa Carlos Paz (Argentina), para peso menor de 70 kilogramos conformada por una canasta de malla soldada. Además, el producto se caracteriza por tener retención del 100% de los desperdicios, comodidad en el acceso de la parte operativa, limpieza fácil y en cortos periodos de tiempo, disminuye el riesgo de inundaciones y, cuando hay exceso de residuos, la malla no se logra tapar, el proceso que realiza es rebalsar y luego pasa el excedente o restos. El colador de la malla atrapa todo tipo de residuos incluidas los más pequeños hasta objetos mayores a 1 metro (Agencia universitaria de comunicación de la ciencia, el arte y la tecnología, 2014).

Mallas recolectoras de basura en Holanda:

Debido al gran beneficio en crear nuevos dispositivos para la recuperación de residuos sólidos de las fuentes hídricas. Aunque tienen más de un prototipo, tienen uno ubicado en el océano Pacífico y otro ubicados en ríos, pero no exactamente en Holanda. Una muestra de ello es la ONG Ocean Clean Up, guiada por Boyan Slat, financiada por Holanda y Estados Unidos. Es un proyecto que consiste en una barrera flotante que ayuda a combatir a la isla de desechos ubicada en el océano pacífico. Esta técnica, que The Ocean Clean Up que está desarrollando, es un sistema pasivo, que involucra las corrientes de agua y también de los residuos para poder atraparlos. (Koch, B. S., & Barber, 2019)

Ocean Cleanup tiene como objetivo abarcar los 1.000 ríos más contaminados, lo cuales son los responsables de aportar el 80% de residuos sólidos al océano, antes de que finalice el año 2025. Es un prototipo el cual es considerado con el medio ambiente y trabaja totalmente con energía solar, con baterías de iones de litio integradas, lo cual permite su funcionamiento las 24 horas del día de manera independiente. Este sistema es anclado en el cauce del río para aprovechar el flujo natural del río y así agarrar todos los residuos, lo cual solo abarca una parte del río, evitando alguna intervención con la

flota o la vida silvestre. Este sistema es monitoreado por una computadora a bordo conectada por internet y se maneja su rendimiento. (The ocean cleanup, 2019)

Posibles prototipos para la implementación en fuentes hídricas

En la actualidad, las fuentes hídricas han presentado un alto índice de contaminación con presencia de residuos sólidos como basuras que en las calles que ingresan por los alcantarillados, el mal manejo de residuos en el área industrial, los hogares que finalmente llegarían a las fuentes hídricas de la zona.

Los prototipos más interesantes y viables para una posible implementación serían:

1. System 001

Un proyecto diseñado por un joven inventor Boyan Slat, llamando *"The ocean cleanup"* que tiene como misión limpiar todos los océanos de residuos sólidos. Una tecnología innovadora y única, es considerado el primer invento de limpieza para los océanos.

Funcionamiento

Este prototipo fue implementado en el gran parche de basura que se encuentra ubicado en el océano Pacífico (entre Hawái y California), limpiar el océano utilizando métodos convencionales llevaría miles de años y decenas de miles de dólares para llevarse a cabo. Con esta implementación de sistemas pasivos tenían proyectado eliminar el 50% del parche de basura en el océano Pacífico en solo 5 años, y con solo una fracción del costo. Este diseño consiste en un tubo en forma de U haciendo que el plástico quede en su centro y de manera periódica se retiran con buques de carga hasta llegar a la costa y realizar la clasificación de residuos, este sistema no requiere de fuentes de energía externa debido a que funciona con las corrientes oceánicas, las olas y el viento. El flotador proporciona flotabilidad a todo el sistema, mientras que el faldón evita que los escombros se escapen por debajo y los conduce al sistema de retención o copo. Una línea de corcho por encima de la falda evita que se sobrepase y mantiene la falda a flote.

EL sistema flotante diseñado puede capturar residuos desde solo milímetros hasta grandes tamaños, esta gran implementación de limpieza masiva tiene como proyectado limpiar el 50% del parche de basura en tan solo 5 años. (Roland, 2019)

El interceptor

Este dispositivo creado por la fundación *"The ocean cleanup"* con la misión de limpiar los ríos, evitando que nuevos residuos lleguen a los océanos. Según un estudio realizado por *The ocean cleanup*, en 5 años interceptarían los 1000 ríos más contaminantes del mundo los cuales son los responsables del 80% de los nuevos residuos sólidos que ingresan al océano.

Funcionamiento

Este dispositivo cuenta con una barrera que canaliza los residuos sólidos que están flotando en el río hacia la boca del interceptor, donde una cinta transportadora los recoge y los lleva a contenedores para su tratamiento de separación y reciclaje; cuenta con una barrera que solo abarca cierta parte del río, el cual no genera ninguna interferencia con otras embarcaciones o algún riesgo con la fauna silvestre.

Este dispositivo tiene la capacidad de extraer más de 50 mil kilogramos de basura al día, y en condiciones óptimas alrededor de 100 mil. Cuando el interceptor tiene sus contenedores llenos, se envía de manera automática la información a los locales y llegan a recoger a los desechos, envían los desechos a las instalaciones para un mejor manejo y reciclaje. Según sus promotores el Interceptor es amigable con el medio ambiente y funciona 100% con energía solar; posee varias baterías de iones de litio que permite su funcionamiento día y noche sin ninguna interrupción, ni generación de gases de escape; funcionando de manera autónoma. Este dispositivo tiene implementado un Software inteligente a bordo que monitorea el rendimiento del sistema, el uso de la energía y el estado de los componentes. (National geographic España, 2019)

La evidencia que ha mostrado los países como Australia, Colombia y Holanda han demostrado que estos prototipos instalados se han notado beneficiosos debido que las basuras son separadas más fácilmente para su reciclaje. También son sencillos, eficaces y cómodos.

En Colombia, empresas líderes como Maderplast producen mallas de plástico para el tratamiento de aguas, proyectos que de ser apoyados en mayor medida por el sector público y privado generarían cambios enormes en la calidad del medio ambiente.

La fundación "The Ocean Cleanup" tiene muchas opciones para las personas interesadas en preservar las fuentes hídricas tales, como ser voluntario, trabajar con ellos y financiar prototipo.

El más interesante para nuestra proyección es "Iniciado" que en otras palabras es "Nomina tu rio", consta de tener el apoyo de la gobernación debido a los permisos exigentes para ellos implementar el prototipo en nuestro país.

Sumidero (Mambita-Cundinarma)

En estas parte se hizo todo lo referente a la recolecta de La información, esta parte es de suma importancia para lograr reconocer todas las problemáticas que hay al respecto de la basura o residuos en los alcantarillados para así realizar un excelente proceso de prueba del proyecto, lo principal de este proyecto es hacer una impresión o reconocimiento mirando los puntos claves de más precedencia de basura o residuo así nos permitirá tener más exactitud para así saber dónde ubicar el prototipo para tener mejores resultados o solución del problema.

Funcionamiento o prueba al prototipo

Esta etapa ya es la final ya que en ella vamos a verificar si el prototipo es útil y si cumple con todo los requisitos en este se desarrolla el diseño y todas las pruebas del sistema realizando la prueba de las mallas recolectoras para así garantizar que esto no interfiera con el trabajo del suministro y no impida el paso de las aguas que van así el alcantarillado, también se ara la implementación del prototipo en el suministro que sea conveniente para así lograr los resultados deseados con el fin de demostrar si funciona o no.

Materiales

En el proyecto de buscar materiales capaces de soportar condiciones del trabajo que tendrán las mallas en el suministro, los materiales fueron escogidos pensando en las condiciones de humedad y resistencia a cargas muertas que llegan de las basuras y el agua lluvia que llegan a estas mallas. (Parra, A. 2020).

CONCLUSIONES

Las mallas recolectoras son novedosos diseños de recolección capaces de retener la basura en diferentes tamaños y cantidades de acuerdo con el diseño, permitiendo el filtrado del agua, sin generar inundaciones o desbordamientos de aguas. Estas soluciones evitaran que un gran porcentaje lleguen a contaminar las fuentes hídricas disminuyendo al crecimiento de islas de basura y a la afectación que conlleva a nuestras vidas.

La evidencia que ha mostrado los países como Australia, Colombia y Holanda han demostrado que estos prototipos instalados se han notado beneficiosos debido que las basuras son separadas más fácilmente para su reciclaje. También son sencillos, eficaces y cómodos. Estos dispositivos ayudan sustancialmente a combatir la contaminación como se demuestra en la ciudad de Serrana de Villa Carlos Paz en Argentina cuyo diseño retiene hasta el 100% de los desperdicios, de ser implementado un mayor número las mallas recolectoras en Colombia. En Colombia, empresas líderes como Maderplast producen mallas de plástico para el tratamiento de aguas, proyectos que de ser apoyados en mayor medida por el sector público y privado generarían cambios enormes en la calidad del medio ambiente.

Un pequeño cambio ayuda a impulsar a un inicio de una mejora real. Estos novedosos diseños de recolección son capaces de retener la basura, permitiendo el filtrado del agua, sin generar inundaciones o desbordamientos de aguas. Estas soluciones evitaran que un gran porcentaje lleguen a contaminar las fuentes hídricas disminuyendo al crecimiento de islas de basura y a la afectación que conlleva a nuestras vidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas: Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas. 491-591, 2011.

Agencia universitaria de comunicación de la ciencia, el arte y la tecnología. (2014). Novedoso sistema para reducir la cantidad de basura que llega a los lagos y ríos. Disponible en: <http://m.unciencia.unc.edu.ar/2014/noviembre/novedoso-sistema-para-reducir-la-cantidad-de-basura-que-llega-a-los-lagos-y-rios>.

IDEASS (2020). Redes de drenaje para reducir la descarga de basura en la naturaleza en Australia. Disponible en <https://www.ideassonline.org/public/pdf/DrainageNetsAustralia-ESP.pdf>. [Último acceso: 25 09 2020].

Koch, B. S., & Barber, M. M. BASURAS MARINAS; IMPACTO, ACTUALIDAD Y LAS ACCIONES PARA MITIGAR SUS CONSECUENCIAS. Revista de Marina N.º, 968, 30-39, 2019.

The ocean cleanup. (26 de 10 de 2019). Obtenido de <https://theoceancleanup.com/updates/the-ocean-cleanup-unveils-plan-to-address-the-main-source-of-ocean-plastic-pollution-rivers/>

Maderplast. (2016). Rejillas plásticas vehiculares fuertes acueductos y alcantarillados, Recuperado de: <https://www.maderplast.com/15-rejillas-plasticas-vehiculares-fuertesacueductos-y-alcantarillados.html>.

National geographic España. (29 de 10 de 2019). Obtenido de National geographic España: https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/interceptor-nuevo-aliado-contra-plastico_14875

Parra, A. (2020). Diseño de malla recaudadora de residuos sólidos en la entrada de sumideros recolectores de aguas lluvia en la inspección de Mámbita - Cundinamarca (Tesis de pregrado). Universidad santo Tomás, Villavicencio, Colombia.

Pineda, J. (1 de 11 de 2017). encolombia. Obtenido de encolombia: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/contaminacion-del-agua/>

Ramírez, P. (2015). Propuesta de estrategias para la gestión integral de la basura. Municipio sucre, estado miranda. Terra Nueva Etapa. 93-120.

Rodríguez, J., García, C., y García, J. C. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. Revista de salud pública, 18, 738-745.

Roland, R. (2019). The Netherlands: The 2018 Agreement between The Ocean Cleanup and the Netherlands. The International Journal of Marine and Coastal Law, 351-371.



**CENTRO ACUÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL DE GAIRA,
REGIONAL MAGDALENA**

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación