

CULTIVANDO EL FUTURO

TENDENCIAS Y DESAFÍOS EN LAS CIENCIAS AGRÍCOLAS

Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado
Victor Crespo de Oliveira
(ORGANIZADORES)

CULTIVANDO EL FUTURO

TENDENCIAS Y DESAFÍOS EN LAS CIENCIAS AGRÍCOLAS

Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado
Victor Crespo de Oliveira
(ORGANIZADORES)

Editora chefe	
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	
Editora executiva	
Natalia Oliveira	
Assistente editorial	
Flávia Roberta Barão	
Bibliotecária	
Janaina Ramos	
Projeto gráfico	
Camila Alves de Cremo	2024 by Atena Editora
Ellen Andressa Kubisty	Copyright © Atena Editora
Luiza Alves Batista	Copyright do texto © 2024 Os autores
Nataly Evilin Gayde	Copyright da edição © 2024 Atena
Thamires Camili Gayde	Editora
Imagens da capa	Direitos para esta edição cedidos à
iStock	Atena Editora pelos autores.
Edição de arte	Open access publication by Atena
Luiza Alves Batista	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girelene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Cultivando el futuro: tendencias y desafíos en las ciencias agrícolas

Diagramação: Thamires Camili Gayde
Correção: Jeniffer dos Santos
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusoé
Víctor Crespo de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C968 Cultivando el futuro: tendencias y desafíos en las ciencias agrícolas / Organizadores Leonardo França da Silva, Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusoé, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-2477-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.772242703>

1. Agricultura. I. Silva, Leonardo França da (Organizador). II. Crusoé, Jéssica Mansur Siqueira Furtado (Organizador). III. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Com entusiasmo e dedicação que apresentamos o livro “Cultivando o Futuro: Tendências e Desafios nas Ciências Agrícolas”. Este livro representa uma colaboração dedicada para explorar e promover o conhecimento e as soluções no campo das ciências agrícolas, reunindo especialistas e pesquisadores de diversas áreas correlatas.

O objetivo é impulsionar a discussão e disseminação de conhecimentos sobre as tendências e desafios enfrentados na agricultura moderna. Acreditamos que, ao unir diferentes perspectivas podemos enfrentar os complexos desafios que se apresentam na produção de alimentos e no manejo sustentável dos recursos agrícolas. Expressamos nossa profunda gratidão a todos os autores que contribuíram com suas pesquisas e experiências para a realização desta obra significativa.

Reconhecemos a importância da divulgação científica e valorizamos a Atena Editora como uma plataforma facilitadora da disseminação do conhecimento científico no campo das ciências agrícolas. Estamos comprometidos em aumentar a conscientização sobre as tendências emergentes e os desafios prementes na agricultura, bem como em oferecer soluções inovadoras para um futuro agrícola mais sustentável e produtivo.

Esperamos que este livro estimule a interconexão entre diferentes áreas de estudo relacionadas às ciências agrícolas e contribua para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes, sustentáveis e resilientes em nossa sociedade. Agradecemos a todos por se unirem a nós nesta jornada de descobertas e aprendizado.

Boa leitura!

Leonardo França da Silva
Jéssica Mansur Siqueira Furtado Crusoé
Víctor Crespo de Oliveira

CAPÍTULO 1	1
RIQUEZA NATURAL PRESENTE EN EL ESTADO DE CAMPECHE EN MÉXICO, CON LA DIVERSIDAD DE INSECTOS, CASO: <i>ANASTREPHA SPP.</i> (TEPHRITIDAE:DÍPTERA)	
María de Jesús García Ramírez	
Marvel del Carmen Valencia Gutiérrez	
Magnolia del Rosario López Méndez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7722427031	
CAPÍTULO 2	7
DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS CON SAPONINA DE QUINUA (<i>CHENOPODIUM QUINOA WILLD.</i>) PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE VERDE EN NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>)	
Aranibar G. M.	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7722427032	
CAPÍTULO 3	20
SISTEMATIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CUIDADO Y BIENESTAR ANIMAL IMPLEMENTADAS POR LA ESCUELA DE LÍDERES FRATERNIDAD AGUSTINIANA ELFOS	
Rosa Angélica Montes Miranda	
Yohemis del Carmen Arias Martínez	
Mayerlis Milena Negrete Arteaga	
María Andrea Bedoya Prioló	
Margarita Rosa Miranda Villera	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7722427033	
CAPÍTULO 4	34
EL PROGRAMA DE GEOMÁTICA DEL CENID COMEF, INIFAP Y SUS APORTACIONES CIENTÍFICAS EN EL PERÍODO 1994-2023	
Georgel Moctezuma López	
Antonio González Hernández	
Ramiro Pérez Miranda	
Francisco Moreno Sánchez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7722427034	
CAPÍTULO 5	56
EVALUACIÓN DE LIXIVIADO ORGÁNICO OBTENIDO DEL RAQUIS DE PLATANO PARA EL CONTROL FÚNGICO EN <i>MUSACEAE</i>	
José Julian Apraez Muñoz	
Jessica Lorena Pardo Salamanca	
Álvaro Javier Ceballos Freire	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7722427035	
SOBRE OS ORGANIZADORES	83
ÍNDICE REMISSIVO	84

CAPÍTULO 1

RIQUEZA NATURAL PRESENTE EN EL ESTADO DE CAMPECHE EN MÉXICO, CON LA DIVERSIDAD DE INSECTOS, CASO: *ANASTREPHA SPP.* (TEPHRITIDAE:DÍPTERA)

Data de aceite: 01/04/2024

María de Jesús García Ramírez

Universidad Autónoma de Campeche
<https://orcid.org/0000-0002-2707-8081>

Marvel del Carmen Valencia Gutiérrez

Universidad Autónoma de Campeche
<https://orcid.org/0000-0002-3671-0296>

Magnolia del Rosario López Méndez

Universidad Autónoma de Campeche
<https://orcid.org/0000-0002-7919-894X>

RESUMEN: La riqueza natural está basada en la diversidad de su flora, fauna, cuencas de agua e incluso el clima de un país y/o región, que llega a ser un factor determinante en el desarrollo incluso social y económico y para gestionar dichos recursos es importante conocer la diversidad de dichos recursos. Por su geografía el estado de Campeche en México perteneciente a la península de Yucatán en el trópico húmedo y aunado a su vecindad con el golfo de México y Mar Caribe determina las condiciones ideales para la proliferación de una gran diversidad de especies de animales y vegetales constituyéndose, así como un territorio más de la República Mexicana que convierten al país en uno de los mega diversos del

mundo. En esta diversidad de flora y fauna del Estado de Campeche, se encontraron moscas de la fruta del género *Anastrepha*, algunas consideradas como un problema fitosanitario con pérdidas económicas en la fruticultura mundial, nacional y local de las regiones tropicales, y otras especies que no constituyen inconveniente económico, pero si ecológico, impactando en las poblaciones de las especies plaga en el equilibrio ambiental, ambas llevan a cabo su ciclo biológico en frutos tanto comerciales como silvestres del lugar. El objetivo del presente estudio es dar a conocer la diversidad existente de moscas del género *Anastrepha* y su relación con sus hospederos, lo que constituye un componente importante en el patrimonio natural del lugar. A la fecha se han encontrado las siguientes moscas de importancia económica y no económica en diversos frutos muestreados durante más de 10 años: *A. ludens* (Loew), 1873; *A. obliqua* (Macquart), 1835; *A. striata* (Schiner), 1868; *A. serpentina* (Wiedemann), 1830; *A. fraterculus* (Wiedemann), 1830; *A. zuelaniae* (Stone), 1942; *A. distinta* (Greene), 1934; *A. ampliata* (Hernández), 1990 y *A. hamata* (Loew), 1873.

PALABRAS-CLAVE: *Anastrepha* spp., Recursos naturales, Diversidad

RESUMO: A riqueza natural baseia-se na diversidade da sua flora, fauna, bacias hidrográficas e até mesmo no clima de um país e/ou região, o que se torna um factor determinante no desenvolvimento social e económico, e para gerir estes recursos é importante conhecer a diversidade. devido à sua geografia, o estado de Campeche no México, pertencente à Península de Yucatán nos trópicos úmidos e aliado à sua proximidade com o Golfo do México e o Mar do Caribe, determina as condições ideais para a proliferação de grande diversidade de espécies animais e vegetais em formação, além de mais um território da República Mexicana que faz do país um dos países megadiversos do mundo. Nessa diversidade da flora e da fauna do Estado de Campeche foram encontradas moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*, algumas consideradas um problema fitossanitário com perdas econômicas na fruticultura mundial, nacional e local em regiões tropicais, e outras espécies que não constituem inconveniente, mas ecológico, impactando as populações de espécies-praga no equilíbrio ambiental, ambas realizam seu ciclo biológico tanto nas frutas comerciais como silvestres do local. O objetivo deste estudo é revelar a diversidade existente de moscas do gênero *Anastrepha* e sua relação com seus hospedeiros, o que constitui um importante componente do patrimônio natural do local. Até à data, foram encontradas as seguintes moscas de importância econômica e não econômica em vários frutos amostrados há mais de 10 anos: *A. ludens* (Loew), 1873; *A. obliqua* (Macquart), 1835; *A. striata* (Schiner), 1868; *A. serpentina* (Wiedemann), 1830; *A. fraterculus* (Wiedemann), 1830; *A. zuelaniae* (Pedra), 1942; *A. distinta* (Greene), 1934; *A. ampliata* (Hernández), 1990 e *A. hamata* (Loew), 1873.

PALAVRAS-CHAVE: *Anastrepha* spp., Recursos naturais, Diversidade

INTRODUCCIÓN

La riqueza natural de un país se basa directa en sus recursos naturales que son indispensables para el desarrollo económico, ecológico y social y que además dan una identidad propia, la flora u la fauna, los depósitos de agua y hasta las condiciones climáticas son parte de esa riqueza. Estas contribuyen en el desarrollo incluso de proyectos para el desarrollo humano. Sin embargo, es importante conocer las especies presentes para realizar una gestión viable del territorio siempre cuidando de no terminar con los recursos, permitir una buena interacción entre los organismos y al mismo tiempo hacerlo objeto de riqueza que se traduzca en términos económicos siempre que no sobrepase el nivel de daño.

Esta riqueza está constituida por construcciones resultado de formaciones físicas y biológicas que fueron creadas a lo largo del tiempo por la naturaleza, estas formaciones y relaciones intra e interespecíficas que se dan de forma natural y que evolucionan simultáneamente, teniendo un valor universal excepcional desde el punto de vista estético y científico además de cultural y que va en relación a la diversidad de los ecosistemas. La biodiversidad se refiere a la variabilidad existente de la vida en los ecosistemas incluyendo los terrestres y acuáticos, tanto de la diversidad de los lugares ecológicos donde se encuentren, la diversidad entre las especies y dentro de ellas, se podría decir que llega a alcanzar niveles entre ecosistemas, y entre especies intra e inter específicamente. En el

mundo se han descrito 12 países mega diversos que albergan hasta el 75% de la diversidad total del planeta y México es uno de ellos (Mittermeier y Goettsch, 1992). El estado de Campeche, según fuentes oficiales, es una de las entidades con mayor superficie de selvas con 3.3 millones de ha., se encuentra ubicado en La Península de Yucatán, ubicada en La región sureste de México, limitando al norte y al noreste con el estado mexicano de Yucatán, al este con el estado de Quintana Roo, al sureste con el país de Belice y al sur con Guatemala. Dada la ubicación geográfica del estado de Campeche en México y su cercanía al Golfo de México y al Mar Caribe, cuenta con gran diversidad de microclimas y vegetación nativa, las que son condiciones propicias para la proliferación de una gran variedad de especies es considerado junto con los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca uno de los estados que conforman la mega diversidad nacional. En Campeche existen especies de flora y fauna cuyo estudio y conservación es de gran relevancia ecológica por existir gran abundancia y diversidad intra e inter específica, Entre las especies de fauna destacan mamíferos, aves, reptiles, insectos, especies acuáticas entre otras. Muchas de ellas, como los insectos conforman grupos que aún no están descritos y que tienen una función importante en el ecosistema constituyendo parte importante del patrimonio natural del lugar (Villalobos y Mendoza, 2010). Dentro de los insectos se encuentran las moscas de la fruta de la familia Tephritidae del género *Anastrepha spp.* Consideradas uno de los problemas principales de la fruticultura en el mundo; en México las especies *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata*, y *A. serpentina*, consideradas como problema de interés fitosanitario existiendo normas mexicanas que regulan su control. Sin embargo, también existen reportes de diferentes especies de *Anastrepha* que no causan focos de alerta para la economía frutícola. (Antonio y García, 2017; García et al. 2012). En Campeche hasta el año 2008 se tenían el registro de 10 especies de *Anastrepha* pero la mayoría de ellas colectadas con trampas McPhail y Multilure (Hernández-Ortiz et al., 2002; Tucuch-Cauich et al., 2008); y dado el hecho que dentro de los ecosistemas se pueden encontrar especies que interactúan entre ellas con su medio, formando un ambiente apropiado para su proliferación o para que una especie sea capaz de desplazar a otra, teniendo impactos positivos o negativos dentro de esta colaboración de especies. (García y Antonio, 2017) el presente trabajo tuvo como objetivo dar a conocer la diversidad de Moscas de la fruta y su relación con sus frutos hospederos resultado de muestreos sistemáticos llevados a cabo durante siete años, presentando las diversas especies como parte del patrimonio natural del estado de Campeche.

METODOLOGÍA

El presente trabajo es el resultado de muestreos sistematizados de colecta de frutos en el sureste del estado de Campeche, en donde se visitaron casas habitación con huertos de traspatio para la recolección de fruta directamente de los árboles y la que se encontraba

tirada en el suelo, siguiendo la misma metodología en vegetación natural no perturbada donde también se realizó la colecta de frutos. Los muestreos se llevaron a cabo desde junio de 2013 y hasta junio de 2022 en los municipios de Escárcega y Champotón, en los ejidos (División del Norte, Justicia Social, Km 36, La Victoria, López Mateo, Revolución, Venustiano Carranza, y Xbacab (Cuadro 1). El material colectado fue colocado en bandejas de plástico de 20 x 30 con su respectiva etiqueta de datos de colecta, y transportado al laboratorio de la Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Campus IV de la Universidad Autónoma de Campeche.

En el laboratorio los frutos fueron pesados en una balanza de 5 kg de capacidad y en una balanza analítica según era el caso. Los frutos fueron disectados para la extracción de larvas de tefritidos de tercer estadio las cuales fueron puestas a pupar en recipientes de plástico con tierra esterilizada en grupos de cincuenta. Pasados aproximadamente ocho días se revisaban diariamente para recuperar las pupas presentes para depositarlas de forma individual en vasos de plástico de 5x5 hasta la emergencia de los adultos. Las moscas recuperadas fueron colocadas en viales de vidrio con alcohol al 70% para su conservación e identificación la cual se realizó con las claves de, Korytkowski (2008), por la Dra. María de Jesús García Ramírez (responsable del laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Campeche en México), los criterios para la identificación fueron: diseño torácico, diseño alar y terminalia femenina (longitud y forma del ápice del aculeus). La identificación del material vegetal se llevó a cabo en el herbolario del Centro de Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Campeche en México.

Localidad	Ubicación
Xbacab	90° 43' 19"N, 18° 56' 29"O
Vicente Guerrero	90° 43' 56"N, 18° 54' 22"O
Revolución	90° 43' 54"N, 19° 13' 11"O
Km. 36	18° 37' 11"N, 90° 50' 48"O
División del Norte	18° 31' 40"N, 90° 45' 50"O
Justicia Social	90° 23' 15"N, 18° 37' 16"O
López Mateos	90° 17' 00"N, 18° 39' 03"O
La Victoria	18° 37' 35"N, 90° 50' 30"O

Cuadro 1.- Coordenadas de ubicación geográfica de los diferentes sitios de colecta de frutos desde junio 2013 a junio 2022.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha determinado que en el estado de Campeche existen hospederos potenciales de frutos hospederos tanto comerciales y silvestres propicios para que las moscas del género *Anastrepha* lleven a cabo su ciclo biológico, dichos hospederos pertenecen a las siguientes familias de plantas: Rutaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Flacourtiaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Verbenaceae, Anacardiaceae y Rosaceae (Cuadro 2). A la fecha se han encontrado las siguientes moscas de importancia económica y no económica observando su ciclo en el hospedero: *A. ludens* (Loew), 1873; *A. obliqua* (Macquart), 1835; *A. striata* Schiner, 1868; *A. serpentina* (Wiedemann), 1830; *A. fraterculus* (Wiedemann), 1830; *A. zueliae* Stone, 1942; *A. distincta* Greene, 1934, *A. ampliata* Hernández, 1990. Se sugiere la continuidad de la búsqueda de hospederos y su relación con el ciclo de desarrollo de las diversas especies de *Anastrepha*, así como su función biológica que pudiera ser la regulación de especies plaga por aquellas que no lo son y su protagonismo dentro de la biodiversidad del estado de Campeche en México como parte de su Patrimonio Natural.

Especie de <i>Anastrepha</i> spp	Planas Hospederas
<i>A. ludens</i>	Rutaceae, Anacardiaceae
<i>A. obliqua</i>	Anacardiaceae, Rosaceae
<i>A. serpentina</i>	Sapotaceae
<i>A. striata</i>	Myrtaceae
<i>A. fraterculus</i>	Myrtaceae, Sapindaceae
<i>A. distincta</i>	Fabaceae
<i>A. ampliata</i>	Verbenaceae
<i>A. zueliae</i>	Flacourtiaceae
<i>A. Hamata</i>	Sapotaceae

Cuadro 2. Hospederos en donde se ha observado el ciclo de vida de las moscas del género *Anastrepha* spp. en laboratorio

REFERENCIAS

- Antonio-Hernández, E. & M. J. García-Ramírez, (2017). Primer registro de *Anastrepha canalis* Stone, 1942 (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN *Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don, 1832 (STAPHYLEACEAE) EN MÉXICO. Entomología Mexicana Vol 4: Julio. 487-490.
- García-Ramírez María de Jesús, López-Martínez Víctor, Bolívar-Fernández Nidelvia, Valencia Gutierrez Marvel y Encalada Mena Lisandro, (2012). Interacciones tróficas de *Anastrepha* spp. y sus parasitoides en dos hospederos silvestres, en el sureste del estado de Campeche, México. In: C. E. Ruiz, y B. J. Coronado. Recursos Naturales. Universidad de Tamaulipas. 1^a ed. 2012.
- García-Ramírez. M. J. & E. Antonio-Hernández, (2017). Interacción de *Anastrepha* spp. Schiner (Diptera: Tephritidae), en la relación planta-fitófago-parasitoide en traspasio, Campeche, México. Entomología Mexicana Vol 4: Julio.480-486.

-Hernández-Ortiz, V., P. Manrique-Saide, H. Delfín-González, and L. Novelo-Rincón, (2002). First report of *Anastrepha compressa* in Mexico and new records for other *Anastrepha* species in the Yucatan Peninsula (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist* 85: 389-391.

-Korytkowski, C. A., (2008). Manual para la identificación de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá. 145 pp.

Mittermeier, R. y C. Goettsch, (1992). La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). *Méjico ante los retos de la biodiversidad*. Conabio. México.

-Tucuch-Cauich, F. M., G. Chi-Que y F. Orona-Castro, (2008). Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en Campeche, México. Agric. Téc. México 34: 341-347.

-Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), (2010). La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p. ISBN 978-607-7887-22-5.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS CON SAPONINA DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD.*) PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE VERDE EN NARANJA (*CITRUS SINENSIS*)

Data de aceite: 01/04/2024

Aranibar G. M.

Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

RESUMEN: La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano andino que en los últimos 15 años tomo una gran importancia comercial. Uno de los inconvenientes es la presencia de un factor antinutricional conocida como saponina. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto inhibitorio de recubrimientos elaborados a partir de saponina quinua aplicado sobre *Penicillium digitatum* de cepa aislada y cepa codificada. Se realizaron pruebas in vivo de los recubrimientos a cuatro concentraciones 15000, 11300, 7500 y 3700 ppm; se evaluaron los parámetros de calidad: índice de daño, firmeza y presencia de hongos. La pérdida de firmeza fue de 6.6 % en las muestras con recubrimiento a una concentración de 15000 ppm y las muestras control presentaron 5.96 % de pérdida de firmeza y el índice de daño proveniente de la cepa aislada fue 11.49 y de la cepa codificada fue de 10.02. Por otro lado,

la presencia de hongos en las muestras con recubrimiento a una concentración de 15000 ppm fue a los 13 días, mientras que la muestra patrón tuvo presencia de hongos a los siete días, mostrando así una diferencia de cinco días de retraso. Se concluye que los recubrimientos desarrollados en esta investigación son una buena alternativa para el control de podredumbre verde ya que retrasa su aparición.

PALABRAS-CLAVE: Recubrimiento, quinua, saponina, inhibición, *Penicillium digitatum*.

DEVELOPMENT OF COATINGS WITH QUINOA SAPONIN (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD.*) FOR THE CONTROL OF GREEN ROT IN ORANGE (*CITRUS SINENSIS*)

ABSTRACT: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is an Andean grain that in the last 15 years took a great commercial importance. One of the drawbacks is the presence of an antinutrition factor known as saponin. The objective of this research was to evaluate the inhibitory effect of coatings made from saponin quinoa applied on *Penicillium digitatum* isolated strain and codified strain. In vivo tests of the coatings were performed

on four presented, 15,000, 11300, 7500 and 3700 ppm; The quality parameters were evaluated: damage index, firmness and presence of fungi. The loss of firmness was 6.6% in the samples with an approach of a concentration of 15000 ppm and the control samples showed 5.96% loss of firmness and the damage index from the isolated strain was 11.49 and the strain encoded was 10.02. On the other hand, the presence of fungi in the samples with a concentration of 15,000 ppm at 13 days, while the pattern sample occurred in seven days, thus showing a difference of five days of delay. It is concluded that the coatings in this research are a good alternative for the control of green rot and that it delays its appearance.

KEYWORDS: coating, quinoa, saponin, inhibition,

INTRODUCCIÓN

La principal aplicación de la quinua es como alimento, principalmente por el alto valor proteico de sus granos (Koziol, 1992). Uno de los inconvenientes es la presencia de un factor antinutricional que es la saponina (Monje & Raffaillac, 2009), una sustancia de sabor amargo localizada principalmente en el epispermo del grano, que deben ser eliminadas antes del consumo humano (Lescano, 1994). Para su eliminación, las empresas procesadoras de quinua, han desarrollado un proceso de beneficiado donde se separa el epispermo del grano mediante dos procesos: el primero es basado en la fricción entre granos por acción mecánica (escarificado) obteniéndose un polvo rico en saponinas denominado “mojuelo”.

El segundo es un proceso de lavado con agua para eliminar el epispermo restante. El rendimiento del “mojuelo” es de alrededor de 4.5% respecto al grano, por lo que cada año se generan toneladas de estos residuos (León, 2003; Mujica, 2006).

La atención de muchas investigaciones se ha centrado en la diosgenina sin embargo sus precursores, las saponinas, por si mismos son compuestos que pueden tener un gran interés biotecnológico, ya que están involucrados en la defensa de las plantas contra microorganismos, especialmente hongos (Osbourne, 1996).

Los cultivos de frutas son atacados por muchas enfermedades y plagas, siendo uno de los agentes principales los hongos fitopatógenos una de las principales causas de las perdidas postcosecha en cítricos (Mathews, 2008).

En la postcosecha de cítricos las principales enfermedades son causadas por los hongos patógenos *Penicillium digitatum* (podredumbre verde) y *Penicillium italicum* (podredumbre azul) (Brito *et al.*, 2012), los cuales presentan mayor incidencia, llegando a producir cerca de 80% de las perdidas postcosecha en cítricos. La infección del fruto tiene lugar a través de heridas o micro heridas producidas en la corteza antes, durante o después de la cosecha, lo que da como resultado infecciones irreversibles en un espacio de tiempo de 48h a 20 - 25°C (Ochoa *et al.*, 2007); el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto inhibitorio de recubrimientos elaborados a partir de saponina quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) aplicado sobre *Penicillium digitatum* de cepa aislada y cepa codificada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento e identificación de las cepas de *Penicillium digitatum*

a. Preparación de la cepa de *Penicillium digitatum* codificada

Cepa codificada ATCC 36038: *Penicillium digitatum* fue obtenido del banco de cepas del Instituto Oswaldo Fiocruz – Brasil. La cepa activa fue reactivada en agar Mueller Hilton y conservada en refrigeración, para la parte experimental se reactivó en agar Potato Dextrosa (PDA). La concentración de esporas fue ajustada a 1 x 105 usando la escala de Mc Farland y se incubaron a 25 °C durante siete días.

b. Aislamiento de la cepa natural de *Penicillium digitatum*

Para obtener las cepas de *Penicillium digitatum*, se empleó la metodología de aislamiento de microorganismos a partir del tejido infectado planteada por Mondino, (2012), donde se obtuvo esporas de la superficie de naranjas con presencia de hongos, y se sembró en placas de PDA a 25 °C durante siete días. Posteriormente se realizó la identificación y purificación del microorganismo *Penicillium digitatum* según la metodología propuesta por el ICMSF, 2006.

Evaluación de la actividad antifúngica en pruebas in vitro de la saponina

La evaluación de la actividad antifúngica se realizó a través de la metodología de difusión en agar propuesta por Viuda *et al.*, (2008) en el cual se inocula discos con saponina a diferentes concentraciones (15000, 11300, 7500 y 3700 ppm) en el medio de cultivo PDA. Se dio seguimiento por 10 días.

Elaboración del recubrimiento

Se siguió la metodología de Tongdeesoontorn *et al.*, (2011) donde se formuló un recubrimiento base, al cual se le añadió a diferentes concentraciones de saponina de quinua (15000, 11300, 7500 y 3700 ppm).

Para la aplicación del recubrimiento, las naranjas fueron sumergidas durante tres minutos en cada formulación, secadas a T° ambiente durante 20 min, se realizaron tres incisiones en la zona ecuatorial de las naranjas, y se sembraron 10 µL de la suspensión en cada incisión lo cual equivale a 105 esporas /mL según la escala Mc Farland, se almacenaron a 25 °C por 2 semanas. Posteriormente se evaluó el índice de daño, presencia de hongos y la firmeza.

Evaluación del índice de daño

Se evaluó el índice de daño utilizando una escala hedónica para cada daño teniendo

en cuenta el rango de 0 a 4 para la valoración (donde 0 = índice de daño nulo y 4 = índice de daño severo) (López, 2012). Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

El síntoma de daño (SD) se determinó utilizando la siguiente ecuación:

Indice de SD =

$$\frac{\text{Nivel de daño} \times \text{Número de frutas en el nivel dañado}}{\#\text{Total de frutas evaluadas}} \quad (1)$$

Se calculó el índice de daño (ID) mediante la siguiente ecuación:

$$ID = \frac{\sum \text{Indice de cada sintoma de daño}}{2} \quad (2)$$

Los daños considerados son dos: firmeza y presencia de hongos.

La evaluación de la presencia de hongos (*Penicillium digitatum*) en naranjas, se hizo en función a una escala hedónica. (Figura 1)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del efecto inhibitorio de diferentes concentraciones de saponina para inhibir el crecimiento de *Penicillium digitatum*



valor 0

valor 1

valor 2

valor 3

valor 4

Figura 1: Escala hedónica para la evaluación de la presencia de hongos.

La metodología de disco difusión demostró que el hongo *Penicillium digitatum* tanto de cepa codificada como cepa aislada es resistente a la saponina. En la presente investigación se observa que el polvillo de quinua no generó halo de inhibición, a diferencia del antifúngico Tiabendazol que se empleó como control positivo de inhibición; el cual generó halos de inhibición de 16.7 mm como promedio con una concentración de 15000ppm. Por otro lado, los discos con diosgenina, tampoco generaron halo de inhibición siendo este componente mayoritario (5 %) de la molécula de saponina, lo cual indica que ambas sustancias (polvillo de quinua y diosgenina) no son agentes controladores de *Penicillium digitatum*. Corzo, (2012) afirma que, debido a la presencia de algunos metabolitos secundarios como los alcaloides,

esteroides, y triterpenos pueden ser los responsables del efecto no inhibitorio. Por otro lado, estudios realizados por Bader *et al.*, (2000) demostró que la actividad antifúngica de las saponinas frente a diferentes cepas de *Candida albicans* puede ser influenciada por la variación de las unidades de carbohidratos enlazados en la aglicona. Demostrando que los compuestos de saponina presentan poca o ninguna actividad antifúngica.

Stuardo & San Martin, (2008) en su investigación “Propiedades antifúngicas de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) tratados con álcalis contra *Botrytis cinerea*” concluye que los extractos de quinua sin tratar con álcali mostraron actividad mínima contra el crecimiento del micelio de *B. cinerea*. Además, no se observaron efectos contra la germinación de conidias, incluso a 7 mg saponinas/ml. Sin embargo, cuando los extractos de saponina fueron tratados con álcali, el crecimiento del micelio y la germinación de los conidios fueron inhibidas de manera significativa. A dosis de 5 mg/ml, se observó 100 % de inhibición de la germinación de conidias, incluso después de 96 h de incubación. La mayor actividad antifúngica de saponinas alcalinas tratada es probablemente debido a la formación de derivados de saponina más hidrófobos que pueden tener una mayor afinidad con los esteroles presentes en las membranas celulares. Por lo cual confrontando esta investigación con la de Stuardo & San Martin, (2008) se dedujo que la saponina con sus propios compuestos no tiene efecto inhibitorio sobre algunas familias de hongos como es el caso del *Penicillium digitatum*.

Los resultados mostrados en este trabajo, efecto inhibitorio de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la flora fúngica natural e inducida de *Penicillium digitatum* en naranjas (*Citrus sinensis*), no coinciden con los resultados reportados previamente en la literatura. Tenorio *et al.*, (2010) donde mencionan que se evaluaron concentraciones de saponina aislada de *Chenopodium quinoa* Willd para disminuir la velocidad de crecimiento de hongos fitopatógenos por el método de dilución en placa. Se demostró que la saponina puede inhibir el crecimiento hasta un 42 % de *Aspergillus flavus*, 35 % de *Ulocladium* spp, y 47 % de *Fusarium* a los cuatro días iniciales del experimento. Tenorio *et al.*, (2010) concluye que las saponinas pueden considerarse como agentes controladores de hongos fitopatógenos.

Por otro lado, Gómez *et al.*, (2009) estudió la actividad antifúngica de saponinas esteroidales de *Discorea* contra hongos fitopatógenos. La actividad antifúngica se evaluó por microdilución en medio líquido, con cuatro cepas de hongos, tres fitopatógenos y un saprofito: *Mucor* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium moniliforme* y *Trichoderma* sp. respectivamente. Se tuvo una actividad antifúngica de 50 a 200 µg/ml de las dos clases de saponina, siendo la cepa del hongo *F. moniliforme* la más sensible que los otros hongos. Según el mismo autor la diferencia en la resistencia puede estar relacionada a la presencia de saponinas específicas que le permiten al hongo hidrolizar las saponinas e infectar a una especie vegetal determinada.

Cabe resaltar que mencionados autores no trabajaron con el hongo *Penicillium*

digitatum, el cual también es considerado como fitopatógeno. Tal como menciona Ochoa *et al.*, (2007) en su investigación en la cual se aisló e identificó hongos fitopatógenos de naranja (*Citrus sinensis L. Osbeck*) que afectaron la calidad de los frutos durante su almacenamiento, teniendo a los hongos *A. flavus*, *F. oxysporum*, *P. digitatum*, *P. italicum* y *P. variabile* como los principales agentes causales de pudriciones y enfermedades en frutos.

Los resultados obtenidos en este trabajo están de acuerdo con los hallazgos de Woldemichael y Wink (2001), en el que la fracción de saponina total de *Chenopodium quinoa* Willd mostró poca actividad antifúngica contra *Cándida albicans*. Sin embargo, cuando las saponinas de quinua fueron tratadas con álcali, su actividad antifúngica contra *B. cinerea* aumentó significativamente. Esto es probablemente debido a la formación de saponinas más hidrófobos que tienen una mayor afinidad con los esteroles presentes en las membranas celulares de los hongos.

Evaluación de la aplicación de los recubrimientos con saponinas

En general, la mayoría de las naranjas inoculadas desarrollaron infección tras la primera semana de almacenamiento bajo condiciones óptimas (acondicionamiento en la estufa), se determinaron los valores deseados de las variables de respuesta: índice de daño, firmeza al tacto y presencia de hongos; cabe resaltar que esta investigación requiere de quince unidades experimentales (replicas). Los resultados se presentan a continuación:

a. Índice de daños (ID)

En la Figura 2, se observa la variación del ID de las naranjas control y naranjas tratadas con el recubrimiento durante el tiempo de almacenamiento en donde se trabaja con respecto al *Penicillium digitatum* de cepa aislada. Los síntomas de daño en las naranjas, tanto las del control como las evaluadas se observan a partir del tercer día, en el cual las naranjas presentan síntomas de perdida de firmeza y presencia de hongos.

En el tercer día, el ID en la muestra control fue de 4.34; mientras que las naranjas recubiertas con el tratamiento al 15000 ppm de saponina presentó un índice de daño de 2.20. Al noveno día, la muestra control presentó un ID de 13.34, lo cual indica la pérdida de calidad comercial y afectó la vida útil de la naranja.

Por otro lado, las naranjas tratadas con recubrimientos de saponina presentaron una tendencia similar a las naranjas control con respecto al deterioro, con la diferencia que los daño aparecieron en menor proporción, dando más énfasis a las naranjas con tratamiento a 15000 ppm que obtuvo un índice de daño de 11.49 en el noveno día.

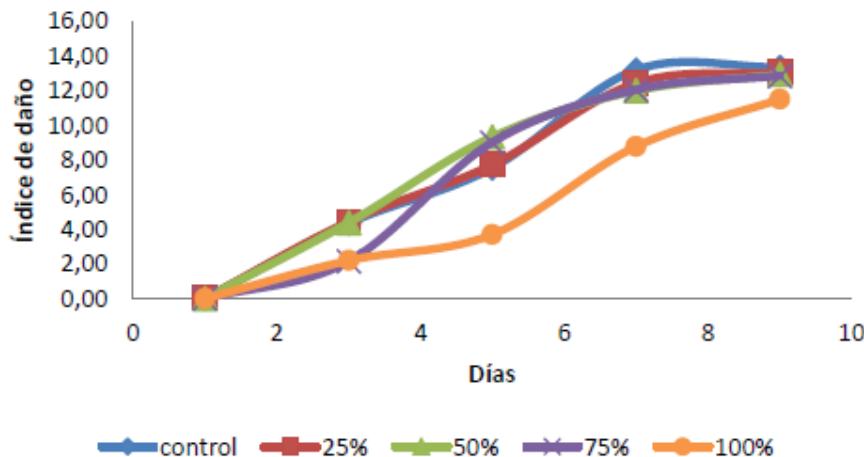


Figura 2: Índice de daño en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C frente a *Penicillium digitatum* de cepa aislada.

No obstante, todas estas muestras presentan características no comerciales al noveno día de almacenamiento. Los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo con un nivel de significancia del 5 % afecta significativamente el factor concentración, siendo más predominante entre el tratamiento a 15000 ppm de saponina frente a la muestra control.

En la Figura. 3 se observa el índice de daño de naranjas control y tratadas frente al *Penicillium digitatum* de cepa codificada. El naranja control que fue inoculada con *Penicillium digitatum* de cepa codificada presentan un ID de 15.48 en el noveno día de almacenamiento, mientras que la naranja con tratamiento al 15000 ppm obtuvo un ID de 10.02. Los resultados correspondientes al análisis cuantitativo indican que existe grado de significancia al 5% entre los tratamientos a 3700 ppm y 15000 ppm de concentración de saponina. Se evidencia que las naranjas control presentaron un temprano y mayor desarrollo de la perdida de la calidad comercial frente a las naranjas tratadas con recubrimiento de saponina.

b. Firmeza

Para determinar la firmeza se utilizó un analizador de textura: penetrómetro con una sonda esférica de media pulgada de diámetro, una deformación de 5 mJ y una carga de 10 g a una velocidad de prueba de 10 mm/s.

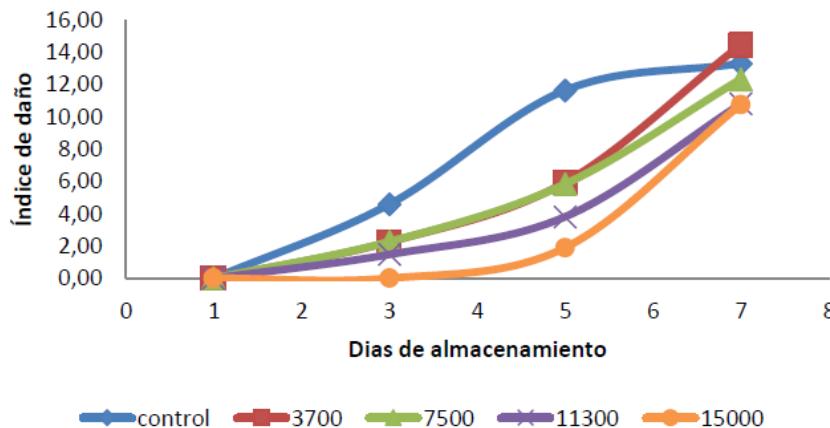


Figura 3: Índice de daño en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C frente a *Penicillium digitatum* de cepa codificada.

Los resultados de la Figura 4 y 5, corresponden al análisis cuantitativo con un nivel de significancia del 5 %, donde la aplicación de los recubrimientos de saponina no mantuvo la firmeza de las naranjas en ninguna de sus concentraciones. Las naranjas control y con tratamiento, mostraron una reducción de firmeza durante el almacenamiento. Para las naranjas control en el día cero el valor registrado como promedio fue de 45.31 mJ/g y de 25.98 mJ/g en el día nueve alcanzando un porcentaje de perdida de firmeza de 5.96 % al final del almacenamiento. Las naranjas tratadas con saponina registraron valores similares a las de la muestra control con valores de textura desde 45.39 mJ/g hasta 45.93 mJ/g en promedio el día cero y de 25.88 mJ/g hasta 26.40 mJ/g en el noveno día.

La diferencia de ambas Figuras 4 y 5 muestran los valores obtenidos de los recubrimientos aplicados tanto en las cepas aislada (Figura 4) como en la cepa codificada (Figura 5) donde ambas permanecen relativamente cercanas durante el periodo de almacenamiento, lo cual indica un porcentaje de 6,6 % de pérdida de firmeza.

Resultados similares se observaron en mandarinas y naranjas a las cuales se le aplicó recubrimientos a base quitosano y goma laca, los cuales redujeron la pérdida de firmeza en un 5 % después de dos semanas de almacenamiento (Monterde *et al*, 2003; Cuquerella & Jávega, 2002).

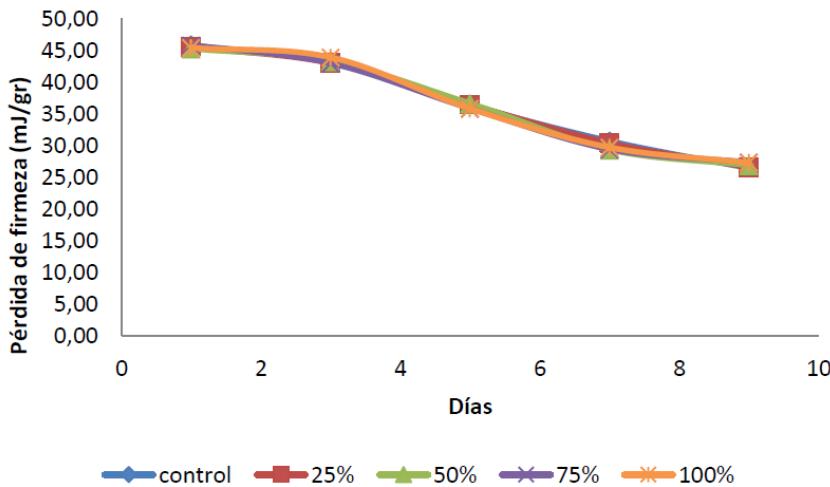


Figura 4: Firmeza en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C frente a *Penicillium digitatum* de cepa aislada.

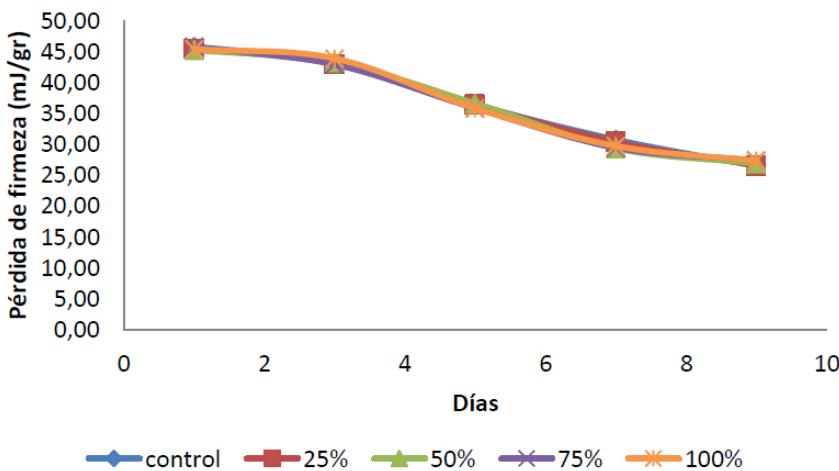


Figura 5: Firmeza en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C frente a *Penicillium digitatum* de cepa codificada.

c. Presencia de hongos

En general, la mayoría de las naranjas inoculadas con el hongo desarrollaron la infección tras la primera semana de almacenamiento en las condiciones ambientales, debido a que la temperatura y humedad fueron beneficiosas para el crecimiento del hongo, además las naranjas empleadas como materia prima tenían un grado de madurez comercial lo que potencia el desarrollo de la infección del fruto.

Finalmente se determinó que los recubrimientos empleados para reducir el desarrollo de *Penicillium digitatum* de cepa aislada y codificada en naranjas, no presentan diferencia significativa (Nivel de confianza de 95%) entre ninguno de los tratamientos y la muestra control.

En la Figura 6, se observa el incremento del crecimiento de las cepas de *Penicillium digitatum* de cepa aislada con respecto del tiempo.

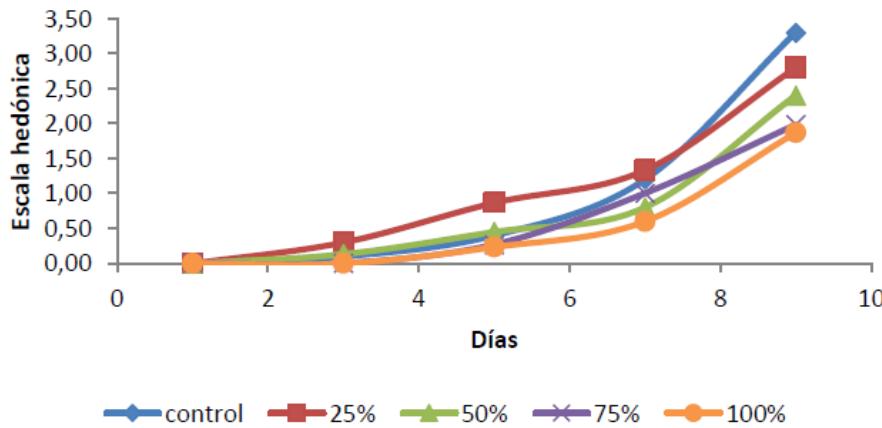


Figura 6: Desarrollo de *Penicillium digitatum* de cepa aislada en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C.

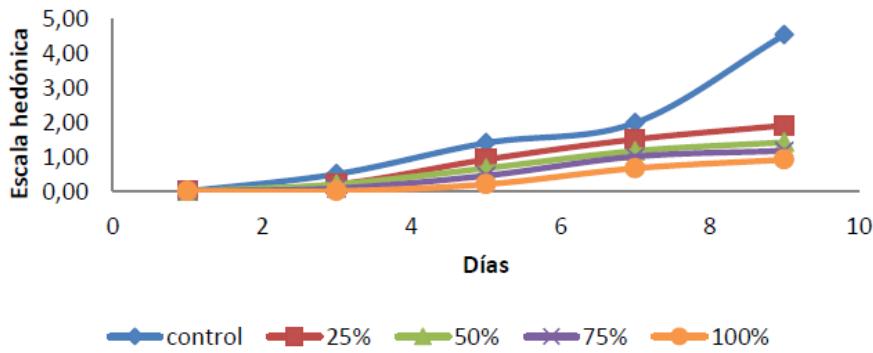


Figura 7: Desarrollo de *Penicillium digitatum* de cepa codificada en naranjas control y tratadas con recubrimientos de saponina almacenadas a 25 °C.

Así mismo se observa en la Figura 7 el incremento de la podredumbre de *Penicillium digitatum* de cepa codificada con respecto del tiempo. Según el análisis efectuado en naranjas tratadas a diferentes concentraciones de saponina, se encontró que la aplicación de los diferentes recubrimientos no generó un retraso en la aparición de la infección

respecto a las muestras control, todas empezaron a mostrar signos de deterioro fúngico a los cuatro días de almacenamiento. Ninguna de estas reduce significativamente el desarrollo de *Penicillium digitatum* tanto de cepa aislada como codificada, como se observa en las Figuras 6 y 7 con respecto a las naranjas control. Este resultado concuerda con los obtenidos por Valencia *et al.* (2008) donde tampoco se observaron diferencias significativas en el crecimiento del hongo.

Brito *et al.*, 2012 afirma que la aplicación de recubrimientos a base de quitosano y aceite esencial de limón en el control de *Penicillium italicum* de naranjas el cual muestra poca efectividad en el control de la podredumbre causada por este microorganismo.

CONCLUSIONES

Los recubrimientos elaborados a base de saponina no mostraron capacidad inhibitoria. Las muestras control de naranja y las muestras con recubrimientos mostraron valores de deterioro significativamente similares en condiciones ambientales de almacenamiento. Al noveno día de almacenamiento, la perdida de firmeza fue de 6.6 % en las muestras con recubrimiento y las muestras control presentaron 5.96 % de perdida de firmeza. Finalmente, con estos resultados podemos deducir que, no hay diferencia en el grado de infección proveniente de una cepa aislada o codificada del hongo en estudio ya que el índice de daño fue de 11.49 y 10.02 respectivamente, por lo tanto, se concluye que la saponina de quinua no es un inhibidor del hongo *Penicillium digitatum* de cepa aislada como de cepa codificada.

La saponina de quinua retarda el crecimiento o la aparición micelial del hongo *Penicillium digitatum* influyendo en la fase de retraso de la curva de crecimiento de hongos, mostrando un retraso de cinco días con respecto a la aparición de hongos jóvenes y una reducción de carga microbiana.

REFERENCIAS

Bader, G., Seibold, M., Tintelnot, K., & Hiller, K. (2000). Cytotoxicity of triterpenoid saponins – part 2: relationships between the structures of glycosides of polygalacic acid and their activities against pathogenic *Candida* species. *Die Pharmazie*. 55, 72 – 74.

Brito, A., Sanchez, L., Gonzalez, Ch., Vargas, M., & Chafer, M. (2012). Aplicación de recubrimientos a base de quitosano y aceite esencial de limón en el control de la poscosecha de la podredumbre azul de naranjas. Tesis de grado para optar el grado de master en ciencia e ingeniería de los alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.

CLSI, (2008). Clinical and Laboratory Standards Institute. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of filamentous fungi; Approved standard. M38 – A2. 28(16), 1 - 2, 34 – 35.

Corzo, D.C. (2012). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 43(3), 81 - 86.

Cuquerella, J. & Jávega, J. (2002). Efectos fisiológicos de diferentes recubrimientos sobre frutas cítricas durante su almacenamiento. *Citriculture*. 2, 735-737.

Gómez, J.A., Alba, J., Cerda, C.M., & Ramos, A.C. (2009). Actividad antifúngica de saponinas esteroideas de *Dioscorea* contra hongos fitopatógenos. Centro de investigación y estudios avanzados. Universidad Nacional Autónoma de México.

ICMSF. (2006). Microorganisms in foods – microbial Ecology of Food Commodities. Blackie Academic & Professional. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

Kozoli, M.J. (1992). Chemical Composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food composition and analysis*, 5, 35-68.

León, J. (2003). Hibridación y comparación de la F1 con sus progenitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno, Perú. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad nacional del Altiplano. Perú.

Lescano, J. M. (1994). Genética y mejoramiento de cultivo alto andinos quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. INADE - PELT –COTESU. Puno – Perú.

López, J. (2012). Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (*Averrhoa carambola* L.). Tesis de Grado para optar el Título profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.

Mathews, K.R. (2008). Microbiología de las frutas y verduras frescas. Editorial Acribia. España.

Mondino, P. (2012). Métodos de aislamiento: Aislamiento de hongos y bacterias. *Fitopatología*. 8, 15 – 22.

Monje, C. Y., & Raffaillac J. P. (2009). Determinación de saponina total en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) método Espectrofotométrico. Memoria IV Congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal. - Dpto. Fitotecnia-FCAPV UTO. ABPV. 217-218.

Monterde, A., Salvador, A., Ben-Abda, J., & Jávega, J. (2003). Efecto de la aplicación de recubrimientos de origen natural en la calidad de mandarinas y naranjas en maduración y post-recolección de frutos y hortalizas. *Levante Agrícola*. 365, 203-208.

Mujica, A. (2006). Agroindustria de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en los países andino. Proyecto quinua cultivo multipropósito para los países andinos.

Mujica, A., Jacobsen, S.E., Izquierdo, J., & Marathee, J.P. (2001). Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Cultivos Andinos – FAO.

Ochoa, J.L., Hernández, L.G., Latisnere, H., León, J.L., & Larralde, C.P. (2007). Aislamiento e identificación de hongos patógenos de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cultivada en baja California sur, México. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(5), 352-359

Osbourn, A. (1996). Saponins and plant defense: a soap story. *Trends in Plant Science*. 1(1), 4-9.

Stuardo, M., & San Martin, R. (2008). Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. *Industrial Crops and Products*, 27, 296-302.

Tenorio. R., Terrazas. E., Álvarez, M.T., Vila, J.L., & Mollinedo, P. (2010). Concentrados de saponina de *Chenopodium quinoa* y de *Caiphora andina*: alternativas como biocontroladores de hongos fitopatógenos. *Revista Boliviana de Química*, 27, 33-40.

Tongdeesoontorn, W., Mauer, L.J., Wongruong, S., Sriburi, P., & Rachtanapun, P. (2011). Effect of carboxymethyl cellulose concentration on physical properties of biodegradable cassava starch-based films. *Chemistry Central*. 5(1), 6.

Valencia, C.S., Pérez, M.B., & Palou. L. (2008). Efecto del recubrimiento con quitosano en el control de las podredumbres verde y azul de los cítricos. IX Simposio Nacional y VI Ibérico sobre Maduración y Postcosecha 2008.

Viuda, M., Ruiz, Y., Fernandez, J., & Perez, J. (2008). Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L. and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food control*. 19, 1130–1138.

CAPÍTULO 3

SISTEMATIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CUIDADO Y BIENESTAR ANIMAL IMPLEMENTADAS POR LA ESCUELA DE LÍDERES FRATERNIDAD AGUSTINIANA ELFOS

Data de submissão: 17/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Rosa Angélica Montes Miranda

Instituto Tecnológico San Agustín
Montería- Colombia
<https://acortar.link/XTVJKT>

Yohemis Del Carmen Arias Martínez

Instituto Tecnológico San Agustín
Montería- Colombia
<https://acortar.link/5VF5KG>

Mayerlis Milena Negrete Arteaga

Instituto Tecnológico San Agustín
Montería- Colombia
<https://acortar.link/OmpTd4>

María Andrea Bedoya Prioló

Instituto Tecnológico San Agustín
Montería- Colombia
<https://acortar.link/AYKY3B>

Margarita Rosa Miranda Villera

Instituto Tecnológico San Agustín
Montería- Colombia
<https://acortar.link/aV84ma>

Documentar de manera sistemática las estrategias y aprendizajes aplicados en la escuela de formación de líderes del Instituto Tecnológico San Agustín: Fraternidad Agustiniana ELFOS orientada a promover el cuidado y bienestar de los animales en estado de desprotección. Para cumplir con este propósito, se fundamenta en estrategias que promueve la empatía y la responsabilidad de la protección animal en la comunidad agustiniana y en la sociedad. El diseño metodológico se sustenta desde un paradigma socio crítico, con un método de investigación de acción participativa. Se aplicará como técnicas de recolección de información la entrevista semiestructurada, encuestas, el análisis documental y la observación. En cuanto a la población, está conformada por estudiantes del Instituto Tecnológico San Agustín y la muestra seleccionada está compuesta por organizaciones de la región que garantice el refugio y atención de animales de calle en estado de vulnerabilidad. Con la realización de la investigación se espera observar escenarios de construcción conjunta de una práctica pedagógica que esté sustentada en la pertinencia contextual y responda a las características y necesidades del entorno social.

PALABRAS-CLAVE: bienestar animal, comités de atención animal, liderazgo.

RESUMEN: En el contexto educativo, específicamente el técnico laboral, requiere una mirada permanente a la formación de líderes con valores, en lo relacionado a la pertinencia y las necesidades evidenciadas en el cuidado y bienestar animal. Por esto, se plantea como objetivo de la investigación:

SYSTEMATIZATION OF THE ANIMAL CARE AND WELL-BEING STRATEGIES IMPLEMENTED BY THE AUGUSTINIAN ELF FRATERNITY LEADERSHIP SCHOOL

ABSTRACT: Within the educational context, specifically in technical vocational training, there is a constant need to focus on the formation of value-based leaders, particularly concerning the relevance and evident needs in animal care and welfare. Therefore, the objective of this research is proposed as follows: To systematically document the strategies and learnings applied in the leadership training school at the San Agustín Technological Institute: Agustinian Fraternity ELFOS, aimed at promoting the care and welfare of animals in a state of vulnerability. To fulfill this purpose, it is grounded in strategies that promote empathy and responsibility for animal protection within the Agustinian community and society at large. The methodological design is based on a socio-critical paradigm, employing a participatory action research method. Data collection techniques will include semi-structured interviews, surveys, document analysis, and observation. As for the population, it consists of students from the San Agustín Technological Institute, and the selected sample comprises regional organizations that ensure shelter and care for street animals in a state of vulnerability. Through the completion of this research, the aim is to observe scenarios of joint construction of a pedagogical practice rooted in.

KEYWORDS: Animal welfare, animal care committees, leadership.

INTRODUCCIÓN

La sociedad cada día está enfrentado desafíos y cambios constantes que afectan muchas áreas donde se desarrollan, asimismo, los animales constantemente deben adaptarse a las condiciones de alteración y cambio que afectan el medio ambiente, esto se debe en muchas ocasiones a los fenómenos originados por la falta de conciencia de las personas, todo esto deja una delgada línea en lo que se piensa y lo que realidad está agotando la existencia de la humanidad poco a poco. En este contexto la Escuela de formación de Líderes del Instituto Tecnológico San Agustín, identificada como fraternidad agustiniana ELFOS ha iniciado una estrategia para mitigar la problemática del cuidado y protección de los animales en situación de desprotección. A través de su compromiso y acciones emprendidas, la escuela ha demostrado su firme compromiso con la finalidad de brindar mejor calidad de vida a los animales en condición de vulnerabilidad.

El compromiso de esta escuela de líderes es más significativo que llevar a cabo campañas de sensibilización, trabaja por un enfoque integral donde el foco central sea la formación a la población educativa y lograr llegar a distintas comunidades y de esta manera crear conciencia de la importancia de la atención y el compromiso que deben tener todos los seres humanos con todas las especies que lo necesitan. Este enfoque holístico ha sido fundamental para el impacto positivo que ELFOS ha logrado en distintas comunidades de la ciudad de Montería, con un enfoque de proyección y responsabilidad social.

Con respecto a los animales en Colombia, especialmente aquellos que son domesticados no tienen una situación jurídica clara, pues la norma trata a los animales, independientemente de su condición de mascotas, como bienes. Recientemente, se les ha reconocido la condición de seres sintientes. Así lo indica el artículo 655 del código civil, en donde se puede identificar que los animales son considerados semovientes, es decir, bienes que se pueden mover por sí mismos; esta es la característica que la diferencia de cualquier otro tipo de bien mueble que se pueda tener en un hogar. Código Civil. Ley 84 de 1873. Artículo 655. (Colombia). Teniendo en cuenta lo anterior es importante tener claridad que todos los animales independientemente de su condición en la dinámica de los hogares son seres que siente y actúan de acuerdo al trato que se les brinden, en Colombia se evidencia una creciente población de animales de calle que no cuentan con la atención y los cuidados necesarios para tener una vida de calidad, todo esto se ve reflejado en los espacios donde se resguardan para protegerse de los peligros que viven día a día.

Por consiguiente, los expertos aseguran que “el 90% de los dueños de mascotas las consideran miembros de sus familias y tienden espontáneamente a incluirlas cuando se les pide que completen un diagrama familiar. A esta configuración familiar se ha hecho referencia como familia más-que-humana, multiespecies o humanoanimal” (Corte Suprema de Justicia, 2023, p.23). Los seres humanos buscan constantemente encontrar un espacio donde sean valorados, aceptados y protegidos, esa es la dinámica de los individuos y en ocasiones se convierte en su autorrealización, llegar a este punto de la vida, sin embargo, la gran parte de la humanidad no se detiene unos segundos a observar que cada uno de los actos realizados en la búsqueda de este fin afecta muchas cosas del entorno. En la actualidad se conocen muchas voces que se han tomado el trabajo de realizar un análisis de esta problemática que afecta toda la fauna rica con la que cuenta Colombia y es ahí donde que pretende llegar, que no sean unas personas aisladas, sino que abarque a toda la sociedad.

Esta investigación tiene como finalidad documentar de manera sistemática las estrategias y aprendizajes aplicados en la escuela de formación de líderes del instituto tecnológico san Agustín: Fraternidad Agustiniana ELFOS, orientando a la promoción, el cuidado y bienestar de los animales en estado de desprotección en la ciudad de Montería. Así mismo se centra en la identificación y divulgación de las distintas campañas emprendidas por este grupo de líderes, documentar cada una de las lecciones y buenas prácticas que han servido para mitigar esta problemática para así finalmente puedan servir como referencia y guía para aquellos que deseen iniciar o fortalecer iniciativas similares en sus propias comunidades, generando un impacto positivo y duradero en la sociedad, sentando las bases para un futuro más compasivo y respetuoso hacia todos los seres vivos.

MARCO REFERENCIAL

Cada día, la sociedad muestra un creciente interés en el cuidado animal y el bienestar de los mismos, para lo cual algunas instituciones gubernamentales y no gubernamentales crean estrategias y programas que promueven el aumento de la adopción responsable, la reducción del abandono de animales, ayudas alimentarias, entre otros, por tal motivo, desde el contexto educativo, específicamente el técnico laboral, se pretende fomentar una formación de líderes con valores, en lo relacionado a la pertinencia y las necesidades evidenciadas en el cuidado y bienestar animal.

En relación con el cuidado animal, la Organización Mundial de Sanidad Ambiental (OMSA, 2023) manifiesta que el bienestar animal se enmarca en los códigos acuáticos y terrestre, los cuales se fundamentan en cinco libertades: libre de hambre, de sed y de desnutrición; libre de temor y de angustia; libre de molestias físicas y térmicas; libre de dolor, de lesión y de enfermedad; y libre de manifestar un comportamiento natural; las cuales se encierran en aspectos científicos, éticos, culturales, económicos, sociales, religiosos y políticos, esto se realiza se trabaja constantemente en ello para que los animales tengan una condiciones de vida y muerte dignas.

Así mismo, El Farm Animal Welfare Education Center, manifiesta que el bienestar animal no solo trata de tener a los animales en buenas condiciones de salud, de igual manera se debe propender por evitar situaciones de dolor, miedo o cualquier causal de sufrimiento, esto se logra propiciándoles condiciones dignas donde puedan habitar dada sus conductas de adaptación tanto en entornos naturales como en la sociedad, velando por el funcionamiento adecuado de los organismos, el estado emocional y las posibilidades de mostrar conductas propias de cada especie. (Manteca et al, 2012).

De la misma manera, la Organización World Animal Protection (2022), afirma que el bienestar animal se basa en la calidad de vida de los mismos, es decir que tengan condiciones físicas y psicológicas adecuadas, debido a que los animales merecen ser felices, esas condiciones de felicidad se generan cuando se encuentran en condiciones adecuadas y pueden desarrollar y expresar sus instintos naturales.

Por su parte, Quintanilla (2008) en su artículo titulado “La protección de los animales” establece que la protección a los animales se basa en el derecho, el respeto y la moral. Debido a que todos los seres vivos, es decir el animal humano y el animal no humano tienen derecho a la vida, a la justicia, a vivir en las condiciones propias de cada especie sin alteración alguna. Cuando existe el respeto, es el que merecen todos los seres vivos del planeta. Y la moral, es la actitud o conducta que no concierne al orden jurídico sino al ámbito de la conciencia personal. Es el conjunto de facultades del espíritu que conlleva a una conducta correcta y armoniosa entre toda la Creación.

Finalmente, el marco legislativo colombiano en cuanto a la protección y el cuidado animal se fundamenta en la Ley 5 de 1972, la cual concibe los fundamentos para la

creación de las juntas defensoras de animales, (Congreso de la República de Colombia, 1972) por su parte la Ley 84 de 1989, manifiesta que los animales en todo el territorio colombiano tendrán especial protección contra el sufrimiento y el dolor, causados directa o indirectamente por el hombre. Cuando se hace referencia a la palabra animal enmarca silvestres, bravos o salvajes, domésticos o domesticados, independientemente del lugar y las condiciones donde habiten (Congreso de la República de Colombia, 1989).

Con respecto al liderazgo es un tema de suma importancia y permite que un individuo tenga la capacidad de influenciar sobre otros y le es posible descubrir y escalar su potencial para desarrollarse de forma adecuada, lo cual es de gran importancia para el desarrollo de la sociedad según Avellaneda (2020), los individuos de acuerdo a lo expuesto tienen la capacidad de persuadir o influenciar sobre el entorno en el cual se desarrollan lo anterior es de gran importancia que los líderes empleen de dichas habilidades de forma positiva lo que permite obtener resultados favorables que afianzan al individuo como un buen líder que marca la diferencia en sus contextos sociales donde se desenvuelven, dejando huellas que pueden consolidarse con la continuidad de un trabajo continuo tanto para el individuo que realiza su trabajo como líder como para los individuos que hacen parte de una comunidad y conforman un entorno.

Así mismo, Medina y Gómez (2014) expresa que el liderazgo es un estilo enfocado en la toma de decisiones que busca impulsar y desarrollar los niveles de mando a nivel institucional y requiere de una cultura de organización es decir se hace necesario organizar las ideas y temáticas a tratar para poder abordar de manera asertiva las comunidades o entornos y no menos importante es que los líderes conozcan el entorno en el cual se desenvolverá y la cultura con la cual se van a encontrar. Los líderes no pueden ser desconocedores de la comunidad y los individuos que deben abordar para realizar su labor de liderazgo porque esto les permitirá saber cómo es el abordaje que se debe llevar a cabo para que el trabajo o actividad se lleve a cabo de manera adecuada respetando sus preceptos, costumbres y forma de vida porque de lo contrario es posible que la comunidad y los individuos que hacen parte de esta se lleguen a sentir abordados de forma negativa en el sentido que sus determinantes sociales y culturales puedan ser invadidos , ante lo cual el trabajo del líder es precisamente saber llegar a la comunidad e ir marcando pautas que conduzcan a lograr los objetivos.

Por lo tanto, se considera que los líderes deben ser carismáticos esto implica que todos los seres humanos no poseen las mismas características porque por naturaleza poseemos cualidades diferentes, el ser humano que es líder debe poseer habilidades especiales como la empatía, la simpatía que le permita conquistar fácilmente a las personas o público que lo rodean. Los líderes poseen cualidades que le permiten llegar y abordar a otros individuos más fácilmente es decir tienen la habilidad de relacionarse y comunicarse de forma asertiva, la empatía es fundamental en los líderes porque les permite sentir y conocer la situación de la comunidad de forma más humana, Cornejo (2007).

Por su parte Almirón Arévalo et al (2015) afirma que el liderazgo es la base del éxito en cualquier organización porque es el que nos conduce a transformar los distintos paradigmas ya que impacta profundamente a los individuos de forma individual y colectiva en la sociedad. El liderazgo es lo que nos hace cambiar diferentes pensamientos ya que tiene un gran impacto en los individuos y la sociedad.

Por otro lado, Andrade (2018) comenta que el liderazgo en las comunidades tiene dos niveles que son el liderazgo por la comunidad y el liderazgo de la comunidad los cuales hacen referencia en primer lugar a los líderes y representantes los cuales demuestran sus habilidades y características y en segundo lugar podemos observar los cambios en las comunidades y entornos que intervienen los líderes.

Según Hernández Rodríguez y Stand (2022) argumenta que el liderazgo no depende de una sola persona surge de la relación entre el líder y la comunidad que se aborda que hace posible que exista una relación activa y estrecha lo que conlleva que el líder sea la pieza clave que conduzca a que la comunidad o individuos con lleven al mejoramiento de su calidad de vida. Mientras que, Agüera (2004) comenta que el liderazgo surge ante la necesidad de una comunidad y de los miembros de las organizaciones lo que conlleva a que el impacto sea concreto en sus propósitos y permite que se obtenga cualidades mínimas que deben caracterizar a cada líder.

METODOLOGÍA

En concordancia con los objetivos establecidos en la presente investigación, se asume una metodología de carácter cualitativo, debido a que se estudian variables comportamentales en distintas comunidades y en la interacción de los humanos y los animales, y se asume como método la investigación acción participativa, debido a que se involucra a los diferentes actores en la construcción de la solución a las dificultades que vivencian.

El tipo de investigación cualitativa, según Hurtado (2012) el investigador debe incluir en su estudios todos los puntos de vista de los participantes, cuyo contenido debe ser abierto debido a la trascendencia de los arraigos culturales por lo que la información debe ser recolectada en el contexto habitual de los colaboradores, teniendo como perspectiva la utilidad que acarrearán los resultados a la forma en la que desarrollan las actividades o acciones estudiadas, donde no se analizan variables exactas sino conceptos cuya esencia no se obtiene por medio de mediciones.

La investigación cualitativa se asume como aquella que permite la extracción de descripciones partiendo de análisis que son realizados a manera de entrevistas, grabaciones, notas de campo o cualquier tipo de registro audiovisual. Además, la generalidad de las investigaciones cualitativas gira en torno a sucesos y cimentan su indagación en algunos medios naturales que se estudian tal y como se encuentran, evitando las reconstrucciones,

teniendo en cuenta que el ser humano se interesa, examina y adquiere vivencias (Bonilla y Rodriguez, 1942). El investigador cualitativo debe caracterizarse por tener la capacidad de excluir sus propias percepciones o creencias al momento de recopilar los datos que fundamentan la investigación, por ello es sensible a las consecuencias que ellos mismos ocasionan sobre los grupos objeto de análisis, tratando de entender a las personas teniendo en cuenta sus circunstancias contextuales, su cultura y sus hábitos.

Según Elliott (2002) la investigación acción participativa consiste en profundizar la comprensión del docente de su problema. Por lo tanto, adopta una postura exploratoria frente a cualquier definición inicial de su propia situación que amerite mantener. Al respecto, Martínez Miguelez (2004) sostiene que con este método se realiza simultáneamente la expansión del conocimiento científico y la solución de un problema, mientras aumenta, igualmente, la competencia de sus respectivos participantes, al ser llevada a cabo en colaboración, en una situación concreta y usando la retroalimentación de la información en un proceso cíclico. Es decir, la investigación acción participativa tiene como finalidad que el educador analice, planifique, desarrolle actividades y reflexione sobre su quehacer educativo, toda vez que es él quien se interrelacionan y se mantiene en permanente comunicación con los educandos. Según Elliott (2002) el educador se asume como un investigador, por lo que es necesario examinar el desarrollo de su actividad profesional, desde la planificación de la misma, los materiales a emplear y los métodos utilizados, de tal forma que no sea un simple repetidor de lo manifestado por otros, sino que sea responsable de su práctica pedagógica, siendo indispensable que él mismo observe y reflexione sobre su labor.

A través de la investigación acción participativa se pretende optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje mediante la investigación, analizar la práctica docente que se está desarrollando, estructurar ambientes adecuados y eficaces de aprendizaje, investigar en las instituciones, tomar decisiones e implementar acciones después de un procedimiento de reflexión, entendimiento, planificación y finalmente aplicación, el cual debe repetirse reiteradamente para ir mejorando el quehacer del profesor congruente entre los resultados que se esperan y los alcanzados.

RESULTADOS

Categoría de análisis: Bienestar animal

Temas

- Cuidado animal
- Maltrato y abandono animal

- Adopción animal.

Lugar

- Instituto Tecnológico San Agustín.
- Fundación Huellas
- Fundación Amor Animal

Fecha de inicio y culminación: 01/2023- 12/2023

Descripción

El proyecto pedagógico Dignidad Animal cuyo principal objetivo es el bienestar y el cuidado de los animales de la región, inició hace dos años como una estrategia pedagógica implementada por el programa técnico laboral auxiliar en cuidado de animales del Instituto Tecnológico San Agustín (en adelante ITSA), para incentivar desde las aulas de clases la protección y el cuidado animal, considerando los elevados índices de maltrato animal que de manera paulatina se han ido registrando en el departamento hace alguno años.

En este orden, debido al auge de la estrategia por parte de la comunidad estudiantil y la urgencia de dar visibilidad a las actividades desarrolladas por los estudiantes para que estas generen mayor impacto fuera del aula, se plantea la posibilidad de institucionalizar la estrategia, convirtiéndola en un proyecto pedagógico transversal, desde el cual toda la comunidad estudiantil pueda participar permitiendo la adquisición y puesta en práctica de competencias no dirigidas a alcanzar una titulación concreta o una calificación, si no, más bien una forma de adquirir un “aprendizaje para toda la vida” en un entorno distinto al aula.

Por otro parte, como apoyo a este proyecto pedagógico se incluye la escuela de líderes fraternidad agustiniana ELFOS cuya trayectoria en la institución suma cerca de 9 años, en los cuales ha tenido como principal objetivo generar cambios de actitud positivos en la comunidad agustiniana orientados al liderazgo a través de procesos de formación integral fundamentados en el rescate de valores vitales para el desarrollo personal, social y laboral. De esta manera, la escuela ELFOS se convierte en los voceros principales del proyecto y a quienes se les delega la responsabilidad de desarrollar las actividades asociadas a la estrategia, siendo los investigadores principales.

A pesar del gran impacto del proyecto en la comunidad educativa, la escuela ELFOS contaba con muy pocos registros estructurados de las actividades realizadas desde la estrategia, lo cual entorpecía el alcance de los procesos y objetivos diseñados para el proyecto. En ese contexto, se propone la urgencia de sistematizar todas las actividades desarrolladas, de manera que estas puedan ser un insumo de análisis que permita a los miembros de la escuela aprender de las propias realidades e interaprender a partir de las visiones que se

generen sobre sus experiencias en campo, para ello se han realizado diferentes actividades orientadas en el bienestar animal, desde las cuales los miembros de la escuela ELFOS asumen un liderazgo social enfocado en los objetivos del proyecto pedagógico.

La Tabla 1 detalla cada una de las actividades desarrolladas durante los dos períodos del semestre 2023 A y 2023 B.

Categoría	Tema	Actividad	Objetivo	Participantes	Lugar
Bienestar animal	Cuidado animal	Tonelada de amor	Sensibilizar a la comunidad estudiantil sobre la importancia de la solidaridad y la ayuda hacia los animales en situación de vulnerabilidad a través del establecimiento de puntos estratégicos de recolección de donaciones.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Instituto Tecnológico San Agustín
		Salva una vida, adopta un amigo fiel.	Promover la adopción responsable de animales, creando conciencia sobre la importancia de incorporar mascotas en los hogares para asegurar un bienestar duradero para los animales adoptados.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Instituto Tecnológico San Agustín
		Baño de canino y felino.	Sensibilizar a los dueños de mascotas acerca de la relevancia del baño en baños caninos, con el objetivo de erradicar los parásitos externos y preservar la salud y bienestar de los animales.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Fundación Amor animal.
		Desparasitación	Generar conciencia en la comunidad educativa acerca de la importancia de la desparasitación de los caninos, para proteger la salud de los animales, previniendo la aparición de patologías asociadas a infestaciones parasitarias.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Fundación Huellas
		Limpieza, sanitización y desinfección ecológica	Realizar la limpieza y desinfección del área donde se albergan los animales, mediante métodos ecológicos que no afecten la salud de los caninos y felinos.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Fundación Amor animal.
	Maltrato y abandono animal	STOP al maltrato animal	Identificar situaciones de maltrato y abandono animal, así como desarrollar estrategias preventivas efectivas.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Fundación Amor animal.
		Un mensaje de protección	Sensibilizar a la comunidad educativa sobre la problemática del maltrato animal, promoviendo una comprensión profunda de sus implicaciones y fomentando la adopción de prácticas respetuosas hacia los animales.	30 miembros. 12 mujeres y 18 hombres.	Instituto Tecnológico San Agustín



Nota: la figura muestra la imagen de la campaña de adopción de caninos y felinos lideradas por la escuela de líderes ELFOS. Fuente: Departamento de comunicaciones de Tecnológico San Agustín

Figura 1 Campaña *Salva una vida, adopta un amigo fiel*



Nota: la figura muestra la imagen de la entrega de 300 KL de alimento para gatos y perros de la fundación Amor Animal de la ciudad de Montería liderada por la escuela de líderes ELFOS. Fuente: Departamento de comunicaciones de Tecnológico San Agustín

Figura 2 Campaña *toneladas de amor*

Investigadores

- Miembros activos de la escuela ELFOS (30 miembros, 12 mujeres y 18 hombres).
- Docentes investigadores del Instituto Tecnológico San Agustín (6 mujeres)

Pasos de la IAP

1. Consulta con la comunidad educativa sobre el impacto de la estrategia Dignidad Animal.
2. Consolidación del proyecto pedagógico Dignidad Animal.
3. Vinculación de la escuela de Líderes Fraternidad Agustiniana ELFOS al proyecto pedagógico Dignidad Animal.
4. Planificación participativa: definición de objetivos, cronograma, plan de trabajo, metodología, resultados y productos esperados.
5. Implementación de actividades.
6. Monitoreo de avance en la realización de actividades y ajustes periódicos al plan de trabajo.
7. Presentación de logros y resultados.

Principales logros y resultados

- 30 miembros de la escuela de líderes ELFOS se involucraron activamente como investigadores principales para la ejecución de las actividades con la comunidad fomentando el bienestar y cuidado animal.
- Más de 300 felinos y caninos de la Fundación Amor Animal se beneficiaron con la entrega de alimentos resultado de la actividad: Tonelada de amor.
- Cerca de 20 caninos y felinos fueron adoptados durante la estrategia Salva una vida, adopta un amigo fiel, liderada por los miembros de la escuela ELFOS en el instituto tecnológico San Agustín.
- A 30 caninos y felinos de la Fundación Amor Animal se les practicó baño y desparasitación para preservar su salud y bienestar.
- 15 caninos y felinos de la comunidad educativa fueron desparasitados durante la jornada de desparasitación realizada en el Instituto tecnológico San Agustín.
- Alrededor de 150 estudiantes pertenecientes al Instituto Tecnológico San Agustín recibieron información sobre la prevención del maltrato animal y la adopción de prácticas respetuosas hacia los animales.
- Se realizó la limpieza y restauración de las instalaciones de la Fundación Amor

animal, la cual alberga cerca de 350 caninos y felinos.

Principales dificultades

- El acompañamiento y compromiso de las fundaciones aliadas para realizar las actividades.
- Dificultades en el acceso a las fundaciones aliadas para realizar las actividades propuestas desde el plan de trabajo.
- Niveles de participación variables por parte de los investigadores debido a sus otras ocupaciones. (estudios, trabajo, cuidado del hogar).

Testimonios de los investigadores / miembros de ELFOS

- “Toneladas de amor fue una experiencia maravillosa en la que se vio reflejada la solidaridad de muchas personas para contribuir y llenar de amor a los perritos y gatitos”.
- “Ir al albergue amor animal porque fue una experiencia enriquecedora a nivel personal y profesional”.
- “Compartir con los animales a los que se les realizó la desparasitación fue muy agradable porque contribuimos a su bienestar”.

CONCLUSIONES

A partir de las acciones realizadas desde la escuela de líderes ELFOS durante el desarrollo de este proyecto, se puede afirmar que cada una de las actividades plateadas propendió al cuidado y bienestar de los animales de la región, generando un impacto en más de 300 caninos y felinos en estado de vulnerabilidad, así mismo, se realizaron campañas de promoción y prevención contra el maltrato y abandono de los animales domésticos y silvestres.

Por otro lado, la participación activa de los miembros de la escuela de líderes ELFOS favoreció el registro y documentación sistemática de las acciones propuestas desde este proyecto pedagógico convirtiéndolo en un referente para la sociedad cordobesa y en lo relacionado con el cuidado y bienestar de los animales, incentivando la adopción responsable, la reducción del abandono de animales y/o el aumento en la realización de campañas de sensibilización.

Finalmente, se destaca que en el desarrollo de las estrategias de sensibilización se identificaron problemáticas ligadas a la implementación del plan de intervención para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, entre las que se pueden mencionar la falta de compromiso por parte de las instituciones aliadas, lo cual generó retrasos en la ejecución de

las actividades. Igualmente, la ubicación de los sitios de adopción representó una dificultad para los investigadores debido a las vías de acceso o las distancias.

AUTORIZACIONES/ RECONOCIMIENTOS

Yo, Rosa Angélica Montes Miranda, reconozco que he sido informada y he tenido la oportunidad de leer y comprender la siguiente información relacionada con mi participación en esta investigación. Todos los datos recopilados durante este estudio serán tratados de manera confidencial y se utilizarán únicamente para fines de investigación. La información que se ha recolectado será almacenada de manera segura y no se divulgará ninguna información personal identificable sin mi consentimiento expreso, excepto según lo exija la ley. Entiendo que, estoy dando mi consentimiento para participar en la publicación de este libro y he tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha proporcionado suficiente información para tomar una decisión informada sobre mi participación.

Agradecemos al Instituto Tecnológico San Agustín por su apoyo invaluable en esta investigación. Su colaboración ha sido fundamental para el éxito de este estudio, proporcionando los recursos necesarios y el ambiente propicio para llevar a cabo nuestro trabajo de manera efectiva.

REFERENCIA

Agüera, E. (2004). *Liderazgo y compromiso social*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Almirón Arévalo, V.; Tikhomirova, A.; Trejo Toriz, A.C.; García-Ramírez, J.M. (2015). Liderazgo transaccional vs liderazgo transformacional. *Reidocrea*, 4: 24-27. <http://hdl.handle.net/10481/34629>

Andrade, D. (2018). Influencia de las prácticas de liderazgo sobre la rotación del personal en una empresa de servicios de medicina prepagada. [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6447/1/T2757-MDTH-Andrade-Influencia.pdf>

Avellaneda, J. (2020). Políticas públicas para fomentar la presencia de la mujer en cargos directivos de empresas peruanas [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. USMP-Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6987>

Bonilla, E y Rodríguez, P. (1994). Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales. Grupo Editorial Norma.

Código Civil colombiano. Ley 84 de 1873

Corte Suprema de Justicia. (2023). STC 1926 de 2023. MP. Luis Alonso Rico Puerta.

Cornejo, M. (2007). *Liderazgo de excelencia*. Ed. Miguel Ángel Corneo y Rosado.

Elliott, J. (2002). La investigación acción en educación. *Ediciones Morata*.

Hernández Rodríguez, E. y Stan, L. (2022). Liderazgo femenino para una Administración pública innovadora. *Documentación Administrativa. Nueva época*, 9, 26-42. <https://doi.org/10.24965/da.11138>

Hurtado, J. (2012). El proyecto de investigación Comprensión holística de la metodología y la investigación. Ediciones Quirón.

Ley 5 de 1972. (1972, 20 de septiembre). Congreso de la República de Colombia. Diario oficial N. 33717. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1560146>

Ley 84 de 1989. (1989, 27 de diciembre). Congreso de la República de Colombia. Diario Oficial N. 39120. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8242#:~:text=Queda%20prohibido%20a%20profesores%20y,%20promover%20que%20se%20causen>.

Manteca, X. Mainau, E. Temple, D. (2012). ¿Qué es el bienestar animal? https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs1-es.pdf

Martínez Miguelez, M. (2004). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. *Editorial Trillas*. https://www.academia.edu/29811850/Ciencia_y_Arte_en_La_Metodologia_Cualitativa_Martinez_Miguelez_PDF

Medina Rivilla, A., & Gómez Díaz, RM (2014). El liderazgo pedagógico: competencias necesarias para desarrollar un programa de mejora en un centro de educación secundaria. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 53 (1), 91-113.

Organización Mundial de Sanidad Ambiental. (2023). *Bienestar animal*. <https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

Quintanilla, R. (2008). La protección a los animales. *REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria). IX (10B)*, 1-9.

World Animal Protection. (2022). *Comprende qué es el bienestar animal*. <https://www.worldanimalprotection.cr/noticias-y-blogs/blogs/que-es-bienestar-animal-concepto/>

CAPÍTULO 4

EL PROGRAMA DE GEOMÁTICA DEL CENID COMEF, INIFAP Y SUS APORTACIONES CIENTÍFICAS EN EL PERÍODO 1994-2023

Data de aceite: 01/04/2024

Georgel Moctezuma López

Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgrados, México / Rama de Economía Agrícola
Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Francisco Moreno Sánchez

Maestro en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México / Rama de Edafología
Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Antonio González Hernández

Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgrados, México / Rama de Agrometeorología
Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Ramiro Pérez Miranda

Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgrados, México / Ciencias Forestales
Institución: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

RESUMEN: La motivación para realizar la investigación surgió durante la conmemoración del XXV aniversario del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como una ayuda para los tomadores de decisión del centro al proporcionar elementos de juicio para la asignación de todo tipo de recursos. El programa de investigación en Geomática, desde la fundación del Cenid Comef es parte de su estructura organizacional, sin embargo, en su inicio sus aportaciones científicas fueron escasas y no es sino durante los últimos 12 años que presentó

un crecimiento considerable que lo colocó como el principal programa de investigación del citado centro. El objetivo del trabajo fue realizar una recopilación y síntesis del programa de investigación en Geomática (estado del arte) desarrollada en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para el periodo 1994-2020. La metodología que se utilizó fue de carácter documental, la cual consiste de dos grandes fases: la *heurística* que abarca la búsqueda documental pertinente al tema, su organización y captura y la *hermenéutica* que comprende su relación con el entorno, su análisis e interpretación, tendencia y evolución de los *items* de investigación. Las variables que se seleccionaron fueron: libros, capítulos de libro, artículos científicos, tecnologías generadas y folletos. La cobertura geográfica más representativa fue la nacional, el subsector con más contribuciones fue el forestal, el principal tema fue el de modelaje espacial. La mayor cantidad de entregables fueron los artículos científicos. La tendencia del desarrollo de la Geomática tuvo una pendiente positiva acentuada en los últimos 12 años.

PALABRAS-CLAVE: artículos científicos, capítulos de libro, folletos, tecnologías generadas, libros.

THE GEOMATICS PROGRAM OF CENID COMEF, INIFAP AND ITS SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS IN THE PERIOD 1994-2023

ABSTRACT: The motivation to carry out the research arose during the commemoration of the XXV anniversary of the National Center for Disciplinary Research in Conservation and Improvement of Forest Ecosystems (Cenid Comef) of the National Center of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) as an aid for decision makers of the center by providing evidence for the allocation of all types of resources. The Geomatics research program has been part of its organizational structure since the founding of the Cenid Comef, however, at that beginning, its scientific contributions were scarce and it was not until the last 12 years that its presented considerable growth that placed it as the main research program of the afore mentioned center. The objective of the work was to carry out a compilation and synthesis of the research program in Geomatics (state of the art) developed at the Cenid Comef of the INIFAP for the period 1994-2020. The methodology that was used was of a documentary, which consist of two large phases: the heuristic that covers the documentary search pertinent to the subject, its organization and capture and the hermeneutics that includes its relationship with the environment, its analysis and interpretation, trend and evolution of the results research items. The variables that were selected were: books, book chapters, scientific articles, generated technologies and brochures. The most representative geographic coverage was national, the subsector with most contributions was forestry, and the main topic was spatial modeling. The largest number of deliverables were scientific articles. The development trend of Geomatics trend has a marked positive slope in the last 12 years.

KEYWORDS: Scientific articles, book chapters, brochures, generated technologies, books.

INTRODUCCIÓN

La investigación forestal oficial inició en 1932 con el decreto de la creación del Instituto Mexicano de Investigación Forestal; no obstante, fue hasta 1934 cuando se designa como el Instituto de Investigaciones Forestales y de Caza y Pesca, para tal fin; posteriormente, en 1958 se transforma en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). En 1985, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, cabeza de sector de los institutos de investigación agrícola, pecuaria y forestal, realiza un reestructuración y fusión de estos para constituir el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Actualmente, el INIFAP depende de la Secretaría de Desarrollo Rural cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio para brindar respuestas a la demanda de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas para el beneficio agrícola, pecuario, forestal y de la sociedad de México (DOF, 2005; Guerra-De-la-Cruz *et al.*, 2021; Urbina, 2017).

De los cinco Cenid's que tiene el INIFAP, el Cenid Comef contribuye a la ejecución de proyectos de investigación y de servicios dirigidos a la conservación y protección de la vegetación forestal. Las líneas de investigación están dirigida a temas de conservación, protección y mejoramiento de ecosistemas forestales mediante la aplicación de áreas del conocimiento en fitosanidad, recursos maderables y no maderables, socioeconomía, monitoreo de fauna silvestre, servicios ambientales, adaptación y mitigación al cambio climático, modelaje, biometría e inventarios forestales, mejoramiento genético de especies forestales y uso de herramientas biotecnológicas (Moctezuma *et al.* 2023, a y b). (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021) y (Zamora, 2020).

La idea central de la investigación surge cuando el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), conmemoró su XXV aniversario de establecimiento en 2019. Se seleccionó como eje importante los estudios del estado del arte como hilo conductor para conocer la evolución de las investigaciones científicas del programa de Geomática de dicho centro. Romero *et al.*, (2019). Por su parte Guevara (2016) menciona que el estado del arte es una categoría central y deductiva que se aborda y propone como una estrategia metodológica para el análisis crítico de las dimensiones epistemológica, pedagógica y política de la producción investigativa en la evaluación del aprendizaje y la esencia del estudio del estado del arte es la elaboración de una reflexión epistemológica de un objeto de estudio, esto es, que a 'partir del análisis gnoseológico se concibe el proceso metodológico y técnico de la investigación, lo anterior se visualiza en la Figura 1.

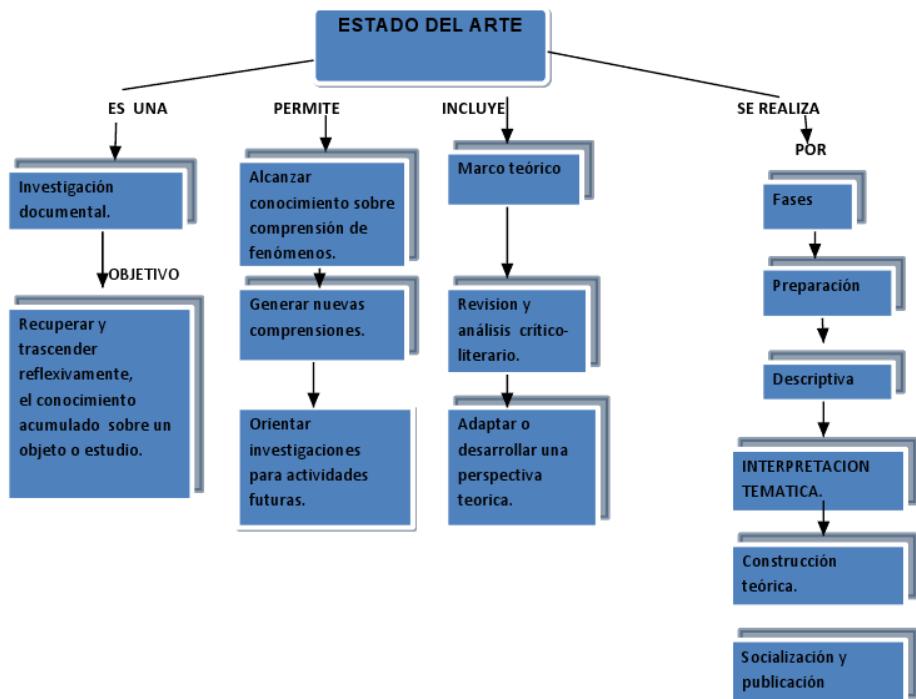


Figura 1. Diagrama para la comprensión de los estudios del estado del arte.

Fuente: Geomática <https://sites.google.com/site/terminosdelageomatica/terminos/estado-del-arte>

De acuerdo a Vargas y Calvo (1987) el estado del arte es un estudio analítico del conocimiento acumulado que forma parte de investigación documental (la cual se basa en el análisis de escritos) y que tiene como objeto el inventariar y sistematizar la producción en un área del conocimiento, ejercicio que no debe quedarse tan solo en el inventario, sino que debe trascender más allá, porque permite hacer una reflexión profunda sobre las tendencias y vacíos de un área específica. A partir de la idea de que el conocimiento se genera a través de la investigación, la revisión del estado del arte es un paso obligado para cualquier investigador dentro del proceso de construcción de conocimiento que espere con su investigación. Henderson (2014) señala que es el estudio previo y sistemático de las investigaciones precedentes, además de contribuir al mejoramiento de la teoría y la práctica de un tema en particular, permite llegar a conclusiones y respuestas nuevas que se proyecten a futuro.

La génesis del estado del arte se originó en Suiza -de acuerdo a Gutiérrez (2009) y Souza (2005)-, en el año de 1907 cuando Nicolás Roubakini diseñó y elaboró un catálogo de las grandes obras de la humanidad, para analizar la manera de elaborar libros, su contenido y las formas en que los estudiosos se apropiaban de lo escrito. El estudio sobre

el estado del arte tiene su antecedente al final de la década de los 70's y los 80's, en donde se formalizaron propuestas cualitativas en la investigación que tuvieron un aumento en las exposiciones de carácter educativo. Lo anterior hizo que se desplegara un guion en el cual se pudiera observar lo que se trabajó o se conoció sobre un tópico del conocimiento científico (Galeano y Vélez, 2006; Alzate 2006; López 2009; Peña 2009 y Gómez, *et al.*, 2015).

Molina (2005) menciona que los estudios del estado del arte, en su origen se focalizaron fundamentalmente en ciencias sociales de Latinoamérica donde lo primordial era compilar información existente de un tópico particular para dar pie a las políticas públicas y diseño de estrategias de desarrollo social. En la década de los 80's se consolidaron los estudios del estado del arte con la idea principal de que las propuestas de investigación y sus entregables derivados de la misma se reconocieran dentro de la esfera científica, a pesar de considerarse relativamente nuevos (-Red de Bioeconomía y Cambio Climático 2014-).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue conocer el estado del arte del programa de investigación de Geomática en el Cenid Comef desde su creación en 1994 a 2023 y conocer las aportaciones científicas de los principales tópicos investigados y bajo que modalidad fueron registrados.

La hipótesis se basó en el hecho en que el programa de investigación en Geomática del Cenid Comef si cumple con el mandato de sus Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria del INIFAP, puesto que sus aportaciones científicas tienen un 50 por ciento de cobertura geográfica a nivel nacional y son de carácter transversal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de analizar temas diversos del programa de investigación de Geomática del Cenid Comef del INIFAP, se seleccionó como eje central a los estudios del estado del arte como hilo conductor para conocer la evolución, desarrollo y tendencia de los distintos tópicos en este centro.

Fase heurística

Para el desarrollo de la investigación documental se realizó un proceso de selección para conformar el equipo multidisciplinario de investigación que se conformó por cuatro investigadores que cumplieron con los perfiles necesarios para llevar las actividades de planeación y seguimiento del tema, tres del programa de investigación en Geomática y uno de Socioeconomía, todos ellos adscritos al Cenid Comef con experiencia en 10 áreas: potencial productivo, agroecología, recursos naturales, agroindustrias, suelos, planeación estratégica, agrometeorología, evaluación de proyectos, agronomía y economía. Previo al inicio del proyecto se realizó un taller de sintonía para que el equipo de científicos tuviese el

mismo nivel de información y hacer la asignación de funciones, temas y trabajos específicos del protocolo de investigación.

La búsqueda y compilación de las fuentes de información se hicieron por medio de bibliografías, libros, artículos, trabajos especiales, documentos oficiales o privados, revistas, trabajos de investigación, tesis, medios digitales, internet y el propio Sistema Institucional de la Gestión Integral (SIGI) del propio Instituto. En esta fase, el equipo de investigación definió cinco tipos de entregables o productos finales de investigación a ser considerados y elaborados solo por personal investigador del Cenid Comef que participó como primer autor o bien como autor por correspondencia. Los entregables que se consideraron fueron: i) Libros, ii) Capítulos de libro, iii) Artículos científicos, iv) Folletos y v) Tecnologías generadas. La anterior clasificación permitió la sistematización de la información que se recopiló a lo largo del horizonte del proyecto de investigación. En cuanto al periodo de análisis del estudio se tomó como referencia el año de creación del Cenid Comef en 1994 y hasta el 2023, los trabajos objetivo fueron todas las publicaciones realizadas por los investigadores en turno del Programa de Investigación en Geomática durante el tiempo señalado. Con relación a la cobertura geográfica se utilizó la clasificación de acuerdo a la magnitud de los trabajos de investigación de acuerdo a lo siguiente: i) Internacional, ii) Nacional, iii) Regional, iv) Estatal y v) Municipal. Para el caso de los temas de investigación y de acuerdo al análisis del equipo de investigación se definieron 16 categorías, mismas que se exponen en el apartado de resultados y en lo relativo a los subsectores de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se tomaron del sector económico primario solo los siguientes: i) Forestal, ii) Agrícola, iii) Pecuario y iv) Multisectorial, el cual incluye la combinación de dos de ellos o de los tres en su conjunto.

Fase hermenéutica

Para la interpretación y explicación de las relaciones entre un contexto y los hechos que se sucedieron se siguió y adecuó el proceso metodológico definido por Londoño *et al.*, (2014) (Figura 2). Este consistió en la identificación y selección del área o tema por tratar con lo cual se buscó, establecer los elementos teóricos en los que se basa la construcción del estado del arte y contextualizar el objeto del estudio, el segundo acto consistió en la exploración mediante una lectura analítica para precisar la información que se busca, la tercera actividad se refiere a la descripción de los datos pertinentes motivo de estudio, la cuarta acción se refiere a la formulación y generación de bases de datos de la información que se encontró. Finalmente, se realizó la interpretación de la información que se recolectó, se elaboró la construcción teórica que integra la revisión e interpretación de los temas para presentar el estado del arte y finalmente su publicación para dar a conocer a la sociedad en general y científica, los resultados del estudio de investigación.



Figura 2. Proceso metodológico.

Fuente: Adecuado de Londoño *et al.*, 2014.

Línea de tiempo

La línea de tiempo que se determinó por parte del equipo de investigación científico, fue desde la fundación del programa de Geomática que coincide con la del Cenid Comef fue del año de 1994 al de 2023 y para definir las etapas de vida del programa se determinó mediante una sesión de discusión entre los investigadores participantes.

Indicador

La función estadística que se consideró para determinar el comportamiento del crecimiento de las aportaciones científicas (entregables) fue la tasa media de crecimiento anual (tmca) que es la que mejor refleja los incrementos o decrementos y su expresión matemática es:

$$TMCA = ((Vf / Vi) ^ (1 / n) - 1) * 100.$$

Dónde: Vf significa el valor final al periodo; Vi corresponde al valor inicial del periodo y n representa el número de años que considera el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la línea de tiempo, que sirviera como base para el desarrollo de la investigación se consideraron las siguientes opciones: i) por los tiempos en que estuvieron los seis directores técnico-administrativos, ii) por periodos sexenales correspondientes a los distintos presidentes constitucionales de México, iii) por etapas, que se consideraron de la siguiente manera: a) años 1994/96 fundación y estructuración, b) años 1997/02 en desarrollo, c) años 2003/08 en crecimiento, d) 2009/14 en consolidación y e) 2015/23 consolidado. Finalmente, se el personal científico participante en el proyecto acordó que la línea de tiempo fuera la opción iii) modificada de la siguiente manera:

- I. Etapa de establecimiento y organización del año 1994 a 1997.
- II. Etapa de formación desde el año 1998 al 2007 y
- III. Etapa en desarrollo de los años 2008 al 2023

La contribución científica del programa de investigación en Geomática del Cenid Comef durante los 30 años del horizonte del proyecto de investigación bajo estudio se presentan en el Cuadro 1.

Año	Libro	Capítulo de libro	Artículo científico	Tecnología generada	Folleto
1994	0	0	0	0	0
1995	0	0	1	0	0
1996	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0
2001	0	0	1	0	0
2002	0	0	2	0	0
2003	0	0	1	0	0
2004	0	0	0	0	0
2005	0	0	1	0	0
2006	1	0	0	0	0
2007	0	0	1	1	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	1
2010	0	0	1	0	0
2011	0	0	1	0	0
2012	1	0	1	0	0
2013	0	0	1	2	1
2014	1	1	2	1	1
2015	0	0	4	0	0
2016	1	2	2	1	0
2017	1	2	4	1	0
2018	2	1	4	1	0
2019	0	1	1	0	0
2020	1	1	5	0	0
2021	0	0	10	1	1
2022	0	0	9	0	0
2023	0	1	4	0	0
Total	8	9	56	8	4

Cuadro 1. Aportaciones científicas generadas en el programa de Geomática por tipo de documento durante el periodo 1994-2020.

Fuente: elaboración propia con la base de datos del Laboratorio de Geomática.

Del anterior cuadro se destaca que la principal aportación científica (entregable) generada por el programa de Geomática durante los 30 años de análisis fue la de artículos científicos con una participación poco menos de las terceras partes de dichas aportaciones (65.88 %), siguieron en orden de importancia los capítulos de libros, con 10.59 % de participación, en la misma proporción aparecen los libros y las tecnologías generadas,

entre ambos sumaron el 18.82 % (9.41 % cada una) y los menores aportes se dieron con los folletos que representaron el 4.71 % restante de las contribuciones científicas generadas en su momento por el personal científico adscrito al programa de investigación en Geomática.

Tasa media de crecimiento anual (tmca)

El indicador de tasa media de crecimiento anual no aplica para los períodos de los años 1994 a 1997 y de 1998 a 2007 en razón de que, ya sea que al inicio o al final del subperiodo, el número de aportaciones científicas es de cero e incluso para el año de 2008, razón por la cual, se tomó el periodo de los años de 2009 a 2023, con lo cual la tasa de crecimiento del programa de investigación en Geomática del Cenid Comef, de la etapa en desarrollo fue de 11.33 % la cual coincide con un fuerte reforzamiento del personal científico que se incorporó durante dicho periodo.

En la Figura 3 se muestra la producción del total de entregables del programa de investigación en Geomática, así como su tendencia a lo largo del horizonte del proyecto de investigación (1994 a 2023).

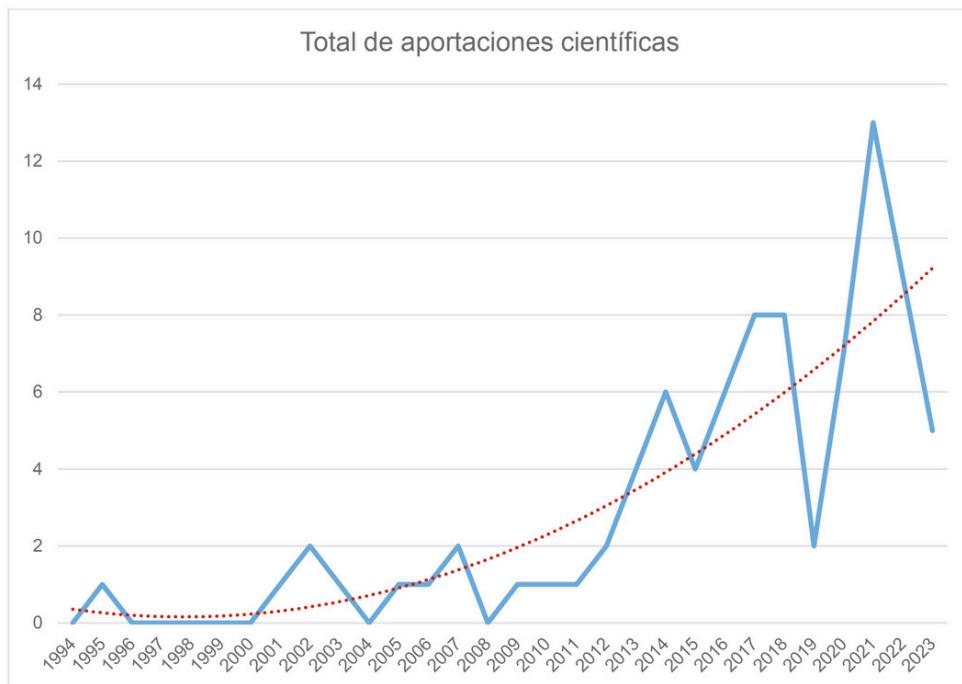


Figura 3. Tendencia de las aportaciones científicas (entregables) generadas en el programa de investigación en Geomática de 1994 a 2020.

Elaboración propia con datos del Laboratorio de Geomática

La anterior figura muestra la evolución y comportamiento del número total de las aportaciones de tipo científico generadas en el programa de investigación en Geomática durante el periodo de análisis, en ella se visualizan dos etapas: la primera de 1994 a 2008 con una producción científica escasa, con un máximo dos entregables en los años 2002 y 2007 y la segunda a partir de los años 2009 a 2023 donde se muestra un claro incremento de la producción científica del programa de investigación con ocho aportes en los años de 2017 y 2018 y en 2021 y 2022 con 13 y nueve contribuciones respectivamente. La línea de tendencia de los 30 años de análisis muestra una pendiente de tipo positiva, la curva que mejor se ajustó fue una del tipo polinómica con la ecuación $y = 0.0142x^2 - 0.1341x + 0.4744$ y con una $R^2 = 0.7108$ que se considera ligeramente baja, pero aceptable.

Artículos científicos

Los artículos científicos fueron las contribuciones científicas más relevantes en cuanto al número de ellas como aportaciones a la investigación forestal del programa de Geomática durante el periodo de análisis, en la Figura 4 se muestra su comportamiento y tendencia.

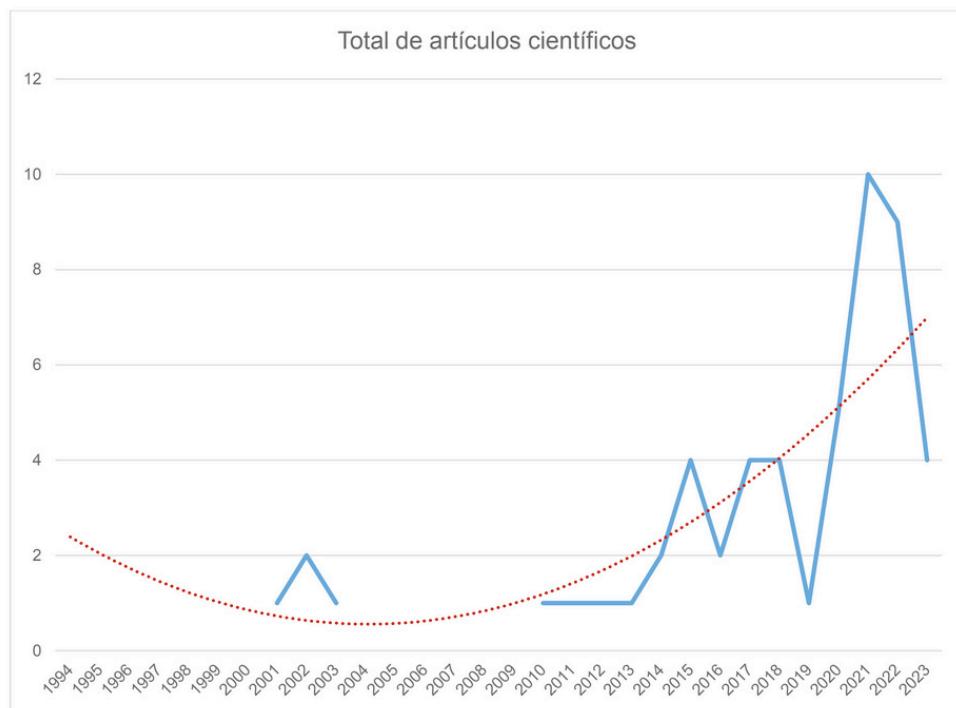


Figura 4. Tendencia de los artículos científicos generados de Geomática de 1994 a 2023.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

De la anterior Figura 4 se infiere que existe un paralelismo entre el total de las aportaciones de investigación y los artículos científicos en Geomática, sobre todo durante la época de los años de 2010 a 2023 e incluso la curva que más se asemeja, es también de tipo polinómica con fórmula $y = 0.018x^2 - 0.399x + 2.7698$ y con una $R^2 = 0.589$ esta última considerada como no adecuada debido a la falta de artículos científicos durante los intervalos de los años de 1994-2000 y de 2004-2009.

Tasa media de crecimiento anual (tmca)

El indicador de tasa media de crecimiento anual no aplica para todo el periodo en razón de que, hasta el año 2011 es cuando de manera continua se reportaron artículos científicos, razón por la cual, se tomó el periodo de los años 2010 a 2023, con lo cual la tasa media de crecimiento anual de los artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales por el programa de investigación en Geomática del Cenid Comef, de los años que se citaron fue de 10.41 % que se originó por el mayor número de investigadores incorporados al programa.

Cobertura geográfica

La misión de los Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria del INIFAP, como es el caso de Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales es desarrollar proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico que tengan una cobertura geográfica que en su mayoría sean de tipo nacional y en la Figura 5 se muestra cómo es la proporción de las aportaciones científicas que genera el personal científico del programa de investigación en Geomática.

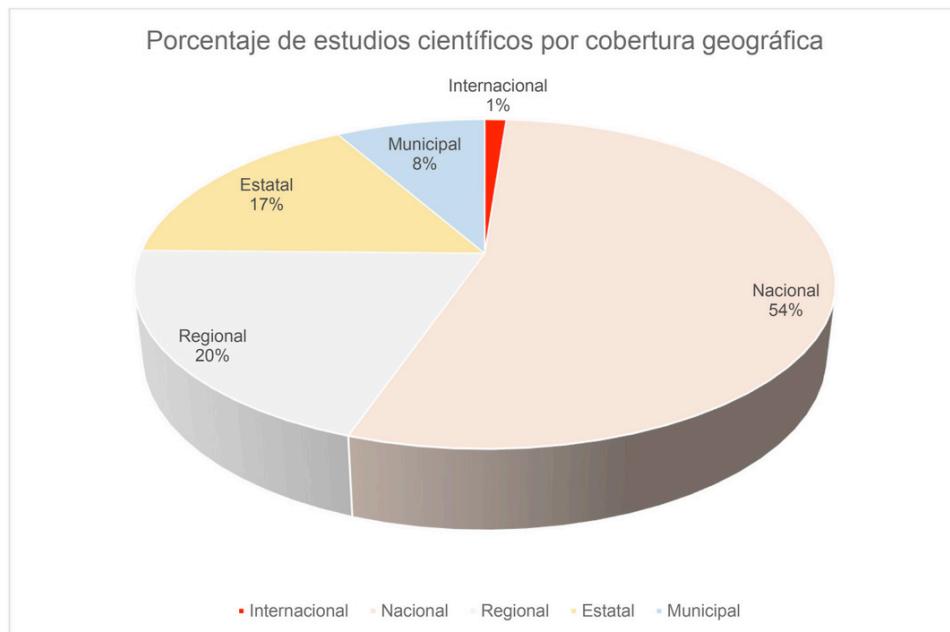


Figura 5. Composición porcentual de la cobertura de los estudios científicos del Cenid Comef.

Fuente. Elaboración propia con datos del Laboratorio de Cenid Comef. INIFAP.

En la Figura anterior se destaca que el 53 % de las aportaciones científicas generadas de 1994 a 2023 por el programa de investigación en Geomática corresponden a la cobertura geográfica nacional – internacional, las correspondientes a nivel regional son del orden del 20 % y la cuarta parte restante fueron de tipo estatal principalmente con el 17 % y la municipal que representó solo el 8 %.

Temas de investigación

El programa de Geomática del Comef, a lo largo de los 30 años de análisis desarrolló una serie de temas diversos de investigación, mismos que se agruparon en 16 tópicos los cuales se muestran en la Figura 6.

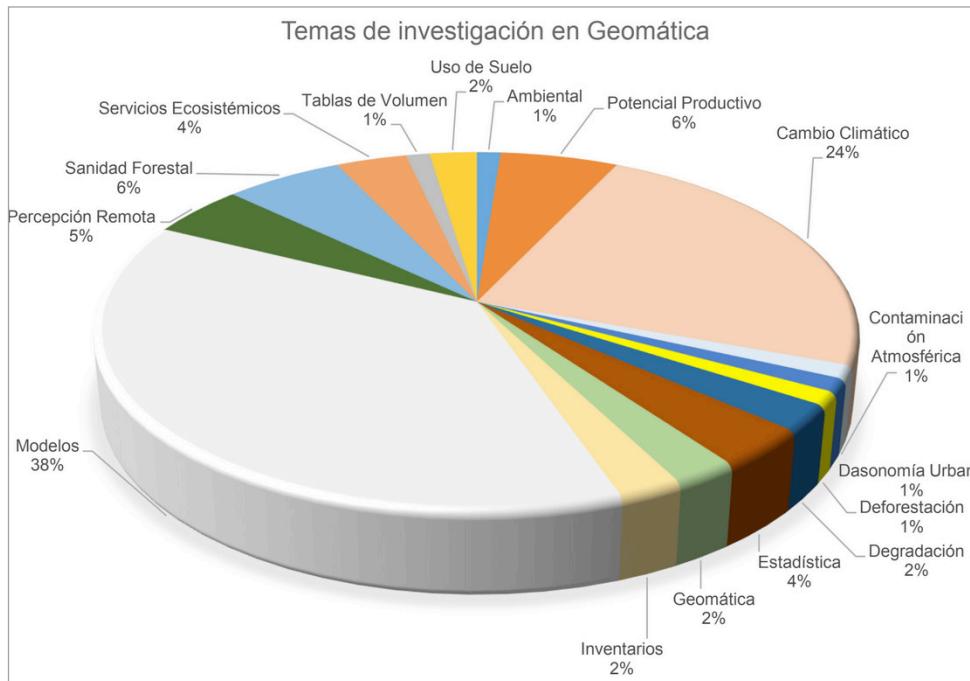


Figura 6. Composición porcentual de los temas de investigación en Geomática durante el periodo 1994-2023.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

De la figura anterior resalta que poco menos de las terceras partes (62 %) de los temas que se estudiaron y se convirtieron en escritos científicos, se concentraron en dos temas: Modelos y Cambio Climático; siguieron en orden de importancia, pero con una menor participación los relativos a Potencial Productivo y Sanidad Forestal, cada uno de ellos con un 6 %, por lo que, casi tres cuartas (74%) partes de la investigación se focaliza en estos cuatro temas. El restante 26 % se reparte en 12 temas, dentro de las cuales sobresalieron Percepción Remota con un 5 % y Estadística con 4 % al igual que Servicios Ecosistémicos y el resto de los tópicos de investigación quedaron entre el 3 % y 1 %.

Subsectores

Con base a (Zamarripa *et al.*, 2022) y de conformidad con la política de ciencia y tecnología en apoyo a la transformación del campo mexicano, en el INIFAP se identificaron dos objetivos prioritarios y cinco estrategias prioritarias, para la implementación de la nueva política de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en las cadenas agroalimentarias y sistemas forestales y la estrategia ligada al programa de Geomática es aquella que menciona “*Incrementar conocimientos y soluciones tecnológicas que atiendan las necesidades y problemáticas prioritarias para los subsectores forestal, agrícola y pecuario*”

La composición porcentual de los subsectores económicos primarios que se consideraron dentro del análisis de las aportaciones científicas que se generaron en el programa de investigación en Geomática durante el periodo que comprende los años de 1994 a 2023, se muestran en la Figura 7.



Figura 7. Composición porcentual por subsectores estudiados en Geomática.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

La Figura 7 muestra que la gran mayoría, 93 % de las aportaciones científicas del Programa de Investigación en Geomática del Cenid Comef corresponden por razón natural a las contribuciones del subsector forestal y el resto, 7 % a la multisectorial forestal-agrícola, forestal-pecuario o forestal-agrícola-pecuario.

Ubicación por entidad federativa de las contribuciones científicas

En la Figura 8 se muestra el número de aportaciones científicas del programa de investigación en Geomática en cada uno de los estados de la república mexicana que se generaron durante el horizonte de análisis del proyecto 1994-2023.

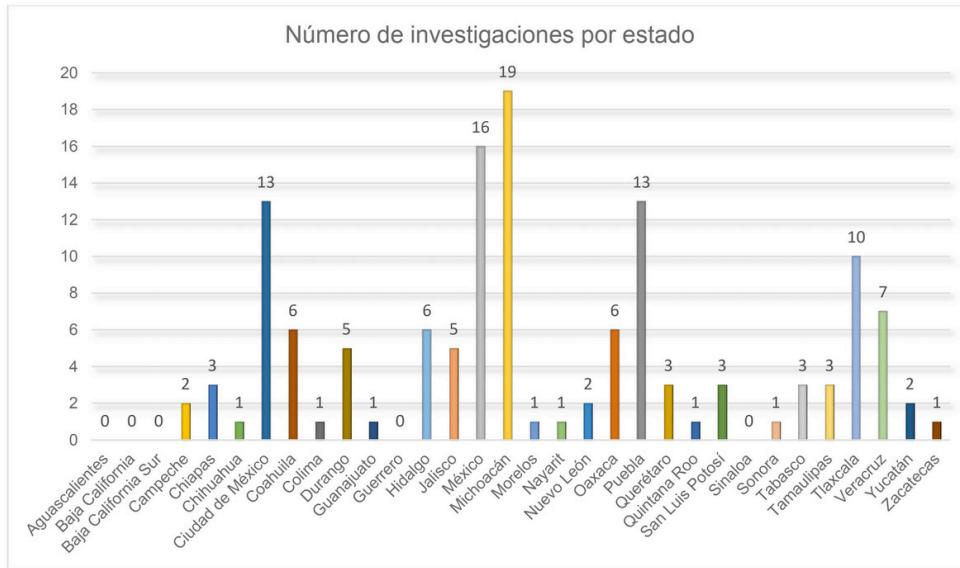


Figura 8. Número de investigaciones científicas del programa de Geomática en cada una de las entidades federativas de la república mexicana.

Fuente. Elaboración propia con datos del Cenid Comef. INIFAP.

Con relación al número de investigaciones por estado de la república mexicana, se observa en la Figura 8 que la entidad federativa con mayor número de aportaciones científicas fue Michoacán con 19 y le siguieron en orden de importancia el Estado de México con 16 y con el mismo número de aportaciones la Ciudad de México y Puebla con 13 investigaciones respectivamente; el segundo grupo relevante fueron los estados de Tlaxcala y Veracruz con 10 y 7 aportaciones respectivamente. En tercer lugar, aparecen cinco estados de la república: Coahuila, Hidalgo y Oaxaca con 6 trabajos de investigación cada uno y con cinco se realizaron en Durango y Jalisco y en las entidades en donde no se tienen trabajos científicos en el área de Geomática fueron Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Guerrero y Sinaloa.

En la siguiente Figura 9 se muestra el mapa de la república mexicana con la distribución de las aportaciones científicas en materia de Geomática durante los 30 años de análisis 1994 - 2023.



Figura 9. Mapa de México con su división política por entidad federativa que muestra el número de investigaciones en Geomática del periodo 1994-2023.

En el anterior mapa, se observa que la zona Centro del país de acuerdo a la regionalización del INIFAP donde se agrupan las entidades de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México y la Ciudad de México, concentra el mayor número de aportaciones científicas en materia forestal con el 45.88 % y en contraste la región Noroeste que agrupa a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa solo representaron el 1.18 % de estudios científicos relacionados al programa de Geomática.

DISCUSIÓN

Del presente estudio se destaca que la contribución del programa de investigación en Geomática tiene una presencia importante en el Cenid Comef, lo cual coincide por Moctezuma *et al.*, (2022 a y b) quienes indican que las aportaciones científicas generadas en el centro del país fueron del 23 % y ocupa el primer lugar en la producción científica, así mismo, el mismo autor Moctezuma *et al.*, (2022) en un artículo similar en el que se abarca lo relativo a las contribuciones de tipo científico del Programa de Investigación en Socioeconomía de la misma institución se menciona un paralelismo con el de Geomática, pero en menor escala debido a la diferencia al número de personal científico asignado en

cada prorgrama. Por su parte Santillán *et al.*, (2023) en un estudio bibliométrico mencionan que uno de los temas estudiados fue el de cambio climático, en el periodo 1996-2019, lo cual coincide con el tema expuesto en el presente trabajo, en un periodo similar 1994-2020. La diferencia entre ambos fue de 3.72 %, ya que Santillán y colaboradores reportaron que los trabajos en el tema que se mencionó, representó el 18.28 % del total y el del presente estudio fue de 22 %, otra similitud fue la coincidencia de que en la región central del país fue la que generó mayores aportaciones científicas en materia de artículos científicos. Por otra parte, en el plano internacional de acuerdo con Basic *et al.*, (2017) en su investigación de educación ambiental en Brasil, encontraron que la concentración de estos estudios se localizó en Sao Paulo, Rio de Janeiro y Mato Grosso, las ciudades más importantes del país. Por su parte Pereira *et al.*, (2022) mencionan que en un estudio relativo al modelo de Soil Water Assesment Team (SWAT) encontraron que el principal país que aplicó esta metodología fue Estado Unidos de América con un 50 % de los documentos y siguió en orden de importancia Italia con 20 % y Grecia con un 15 % y el resto se encontró en 12 países. Piedad *et al.*, (2020) en un estudio sobre agricultura de detección en un periodo similar (dos años menos) al propuesto, encontraron un total de 25 investigaciones relativos al tema, las cuales, en su gran mayoría, 76 % se focalizaron en los artículos y tesis, donde encontraron 11 índices de vegetación en la detección de agricultura de precisión.

CONCLUSIONES

El programa de investigación de Geomática es de los pioneros en la investigación forestal en el Cenid Comef, ya que, desde la fundación del centro tiene participación importante en la generación de conocimiento. Sin embargo, en los primeros años del programa sus aportaciones científicas fueron escasas, no fue sino en la última década (2010-2020) que el programa genera más aportaciones científicas; lo cual representó un poco menos de la cuarta parte de la producción científica del Comef, lo cual proyecta una tendencia positiva, lo cual se acentúa a partir del año 2017 en adelante.

El entregable más representativo fueron los artículos científicos con más de la mitad de las aportaciones científicas La cobertura geográfica de sus contribuciones a la ciencia, en su mayoría fueron de carácter nacional con lo cual se cumple con el mandato de los Cenid's del INIFAP. El subsector que se atendió dentro del sector primario fue primordialmente forestal y los temas de investigación que más se generan son los de modelaje y cambio climático, que entre ambos casi cubren las dos terceras partes de los productos finales de investigación del Laboratorio de Geomática.

La entidad política con el mayor número de aportes científicos fue Michoacán que representa un poco más de una quinta parte y la región Centro es donde se concentra la mayor cantidad de productos finales de investigación forestal en materia de Geomática, donde sobresalen el Estado de México, la Ciudad de México, Puebla y Tlaxcala, cabe

mentionar que son cinco entidades federativas en donde aún no se realizaron estudios de carácter científico: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Guerrero y Sinaloa, mismas que representan una oportunidad de investigación para tener una cobertura total del país.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

REFERENCIAS

- Alzate, M. Y. (2006). Estado del arte: concepto de inteligencia en el contexto de la psicología educativa. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia. El Carmen del Viboral, Medellín, Colombia.
- Basic, M. C., Ogawa, N. C. y Vidal, E. P. (2017). Estado da arte da pesquisa sobre conflitos ambientais – dissertações e teses do banco EArte. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educacao em Ciencias – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.
- Diario Oficial de la Federación. DOF. (2005). Modificaciones al Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). [Fecha de consulta 15 de febrero de 2023]. Disponible en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2101978&fecha=13/12/2005#gsc.tab=0
- Galeano, M. M. E. y Vélez, R. O. L. (2006). Estado del arte sobre fuentes documentales en investigación cualitativa. Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas. Medellín, Colombia.
- Geomática_Ingeniería. Geomática. Que es el Estado del Arte. (2022). <https://sites.google.com/site/terminosdelageomatica/terminos/estado-del-arte> consulta diciembre 2022.
- Gómez, V. M., Galeano, H. C. y Jaramillo, M. D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. Revista Colombiana de Ciencias Sociales, Vol. 6, Núm. 2, julio – diciembre, 2015, 423 – 442 p. Medellín, Colombia.
- Guerra-De-la-Cruz, Vidal, Enrique Buendia-Rodríguez, Julián Cerano-Paredes, Fabián Islas-Gutiérrez, José Carlos Monarrez-González, Eulogio Flores-Ayala, Tomás Pineda-Ojeda, y Miguel Acosta-Mireles. (2021). Investigaciones del INIFAP en manejo forestal y servicios ambientales de bosques templados mexicanos: evolución, logros y perspectivas. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 12 (Especial-1). México, ME. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i1Especial-1.1020>.
- Guevara, P. R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? Revista Folios, (44), 165-179. [Fecha de consulta 1 de diciembre de 2022]. ISSN:0123-4870. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345945922011>
- Gutiérrez, V. A. (2009). El estudio de las prácticas y las representaciones sociales de la lectura: génesis y el estado del arte. Universidad de Murcia. Revista Anales de Documentación, Murcia, España. Núm. 12. 53 – 67 p.

Henderson, G. A. (2014). El estado del arte en una investigación. Serie técnica de manuales prácticos para el investigador. Centro de Investigación en Administración, Economía y Gestión Tecnológica (CIADEG-TEC). ISBN 978-9930-541-06-7.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2023). Sistema Nacional de Cuentas Nacionales de México. Actualización al 24 de noviembre de 2023. Aguascalientes, México. INEGI.

Londoño, P. O., L. F. Maldonado G. y L. C. Calderón V. (2014). Guía para construir estados del arte. International Corporation of Networks of Knowledge. Bogotá, Colombia.

López, L. Á. M. (2009). Estado del arte: psicología clínica: concepto y práctica. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Moctezuma, L. G., Correa, D. A., Moreno, S. F., Romero, S. M. E., Ortiz, R. A. D., Pérez M. R., Reséndiz, M. J. F., González H. A. y Flores, G. A. (2022 a). Proyecto estado del arte de la investigación forestal en el Cenid Comef: datos preliminares. En Memoria del XXXIV Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias. La Paz, B. C. S. México 241-252 p.

Moctezuma L., G., Correa D., A., Ortiz R., A. D., Flores G., A., González H., A., Pérez M., R., Romero S., M. E., Moreno S., F. y Reséndiz M., J. F. (2022 b). Aportaciones científicas del CENID COMEF de 1994-2020: estado del arte de su investigación forestal. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v.6, n.3, p. 2301-2315, jul./set. DOI: 10.34188/bjaerv6n3-028.

Moctezuma L. G., Flores, G. A., Pérez M. R., González H. A., Correa, D. A., Ortiz R., A. D., Reséndiz M., J. F., Romero S., M. E. y Moreno S., F. (2022). Estado del arte de la investigación forestal: Programa de Socioeconomía del Cenid Comef (1994 – 2020). Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato. Volumen 4. Número 1. Guanajuato, Gto. México. 39 – 52 pp.

Molina, M. N. P. (2005). Herramientas para investigar. ¿Qué es el estado del arte? Revista Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. Núm. 5: 73–75 julio–diciembre 2005. Universidad de la Salle. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Peña, A. J. D. (2009). Estado del arte: los imaginarios de la homosexualidad masculina. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Pereira, de A. L., Santos, F. V y Silva, S. M. V. (2022). Estado da arte: Aplicacao do modelo SWAT no relevo cárstico. Revista Caminhos de Geografia. V. 23, No. 89, 150-172 p. DOI: <http://doi.org/10.14393/RCG238960294>. Brasil.

Piedad S. A., Daza R. L. D., Sánchez R., A. M., Muñoz G. L. F y Murillo T. J. O. (2020). Ocho cadenas productivas: estrategia de fortalecimiento del sector agropecuario del Tolima. Universidad del Tolima. Colombia 113 pp.

Red de Bioeconomía y Cambio Climático. (2014). Estado del Arte de la Bioeconomía y el Cambio Climático. Editorial Universitaria. UNAN. León, Nicaragua.

Romero, S. M. E., González, H. A., Pérez, M. R., Moreno, S. F. y Bautista, V. E. (2019). Geomática aplicada al manejo forestal. En XXV Aniversario del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef). Cenid Comef, INIFAP. Publicación Especial No. 1. Ciudad de México, México. 15-20 p.

Santillán F. A., González P. C., López S. P. M., Ramírez G. M. E., Quej Chi, V. H. y Carrillo A. E. (2023). Análisis bibliométrico de la investigación científica sobre modelos para estimar evapotranspiración en cultivos agrícolas. Revista Ciencia ergo-sum. Universidad Autónoma del Estado de México. Volumen 32. Número 1. Estado de México, México.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Reporte ANUAL 2021. Ciencia y tecnología para el campo mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

[Fecha de consulta 15 de febrero de 2023]. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/786717/REPORTE_ANUAL_CENID_COMEF.pdf

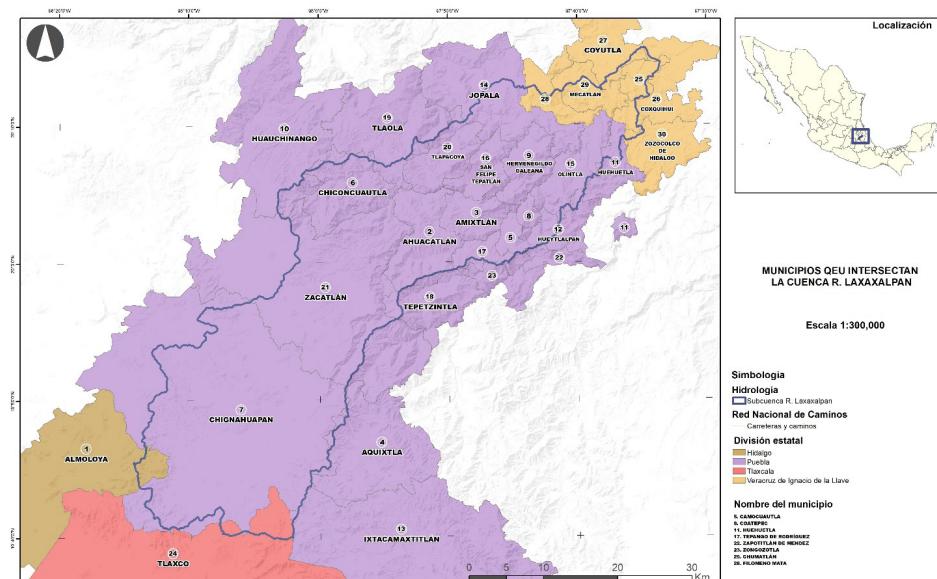
Souza, M. S. (2005). El estado del Arte. <http://www.uninorte.edu.co/divisiones/humanidades/Eureka/Numero1/Articulo5.htm>. Consulta septiembre 2021.

Vargas, G. y Calvo, G. (1987). Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación... el caso del proyecto de extensión REDUC – Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional. Revista Educación Superior y Desarrollo 5.3, 7-37 p.

Urbina H., S. D. (2017). Evolución, situación actual y prospectiva del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). In: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Colección INEHRM. ISBN: 978-607-8507-63-4.

Zamarripa C. A., Cruz C. E., Medina A. P. y López S. M. (2022) Agenda Nacional de Investigación 2022 – 2024. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. 159 pp.

Zamora M., M. C. (2020). XV aniversario CENID COMEF. Revista mexicana de ciencias forestales, 10 (56) nov./dic. 2019 Epub 24-Abr-2020. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.712>



Ejemplo de una cuenca hidrológica de México y el Laboratorio de Geomática.



CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE LIXIVIADO ORGÁNICO OBTENIDO DEL RAQUIS DE PLATANO PARA EL CONTROL FÚNGICO EN MUSACEAE

Data de aceite: 01/04/2024

José Julian Apraez Muñoz

Profesor Universidad de Nariño-Facultad de Ciencias Agrícolas. Ingeniero Agrónomo, Magister en Ciencias Agrarias. PhD en Genética y Biología Molecular

Jessica Lorena Pardo Salamanca

Universidad Sur Colombiana. Ingeniería Agrícola

Álvaro Javier Ceballos Freire

Profesor Universidad de Nariño-Facultad de ciencias Agrícolas. Ingeniero Agroforestal, especialista en producción, transformación y comercialización de la madera, Magister en desarrollo regional y planificación del territorio

RESUMEN: La producción de plátanos y bananos está adquiriendo fuerza de forma constante, ya que el interés por estos productos aumenta de forma significativa tanto a nivel nacional e internacional. La mayor parte de la producción se destina a la exportación, ya que estos productos son fundamentales para la seguridad alimentaria y son importantes para la alimentación familiar. No obstante, los problemas fitosanitarios provocados por plagas y enfermedades son excepcionalmente normales en las regiones

productoras de plátanos y bananos, donde los alcances del efecto dependen de las circunstancias naturales y del manejo de los cultivos. En la siguiente investigación se analizó una muestra del pseudotallo de una planta de plátano con presencia de alguna enfermedad para identificar el hongo fitopatógeno que afecta el buen desarrollo de los cultivos de musáceas. Se identificó un hongo perteneciente al género *fusarium* donde se demostró que la especie asilada fue *Fusarium sp*, la cual fue expuesto *in vitro* ante cuatro tratamientos, donde el tratamiento 1 estaba compuesto por un producto comercial, el tratamiento 2 por lixiviado de raquis de plátano al 100%, el tratamiento 3 por lixiviado de raquis de plátano al 82% + ácido hipocloroso y el tratamiento 4 por el 50% de lixiviado de raquis de plátano + ácido hipocloroso. Los resultados de la investigación brindan la posibilidad de adoptar el lixiviado orgánico como agente antifúngico en los cultivos de musáceas, con el fin de disminuir la utilización de agroquímicos tóxicos para el ambiente, así mismo, contribuir con la economía de los agricultores de musáceas.

PALABRAS-CLAVE: Musáceas, fitopatógenos, lixiviado, control biológico, antifungico.

EVALUATION OF ORGANIC LEACHATE OBTAINED FROM BANANA RACHIS FOR FUNGAL CONTROL IN *MUSACEAE*

ABSTRACT: The production of plantains and bananas is steadily gaining strength as interest in these products increases significantly both nationally and internationally. Most of the production is destined for export since these products are essential for food security and are important for family nutrition. However, phytosanitary problems caused by pests and diseases are exceptionally normal in plantain and banana-producing regions, where the scope of the effect depends on natural circumstances and crop management. In the following investigation, a sample of the pseudostem of a banana plant with the presence of some disease was analyzed to identify the phytopathogenic fungus that affects the proper development of *Musaceae* crops. A fungus belonging to the genus *Fusarium* was identified where it was shown that the isolated species was *Fusarium sp.*, which was exposed *in vitro* to four treatments, where treatment 1 was composed of a commercial product, treatment 2 by leaching of 100% banana rachis, treatment 3 by leaching of 82% banana rachis + hypochlorous acid and treatment 4 by 50% of leaching of banana rachis + hypochlorous acid. The results of the research offer the possibility of adopting organic leaching as an antifungal agent in *Musacea* crops, to reduce the use of toxic agrochemicals for the environment, likewise, contribute to the economy of *Musacea* farmers.

KEYWORDS: *Musaceae*, phytopathogens, leachate, biological control, antifungal.

INTRODUCCIÓN

Los bananos y plátanos son plantas monocotiledóneas pertenecientes al género *Musa* (*Musaceae, Zingiberales*) (Heslop-Harrison y Schwarzacher, 2007). Los países latinoamericanos son los principales exportadores de productos naturales y frescos a Estados Unidos y Europa, en dicho movimiento sólo se envía en 15% de la producción y el resto se destina a la utilización e industrialización local (Manzo-Sánchez *et al*, 2014).

La producción de plátano y banano cada día toma más fuerza ya que la demanda de dichos productos aumenta de manera considerable tanto a nivel nacional como internacional. En Colombia, Minagricultura en 2020 reportó una producción de 4.805.629 ton de plátano, siendo el cultivo más sembrado en el país y 2.140.642 ton de banano, donde cerca del 91% de la producción Nacional es destinado a la exportación, afirmando que estos productos son fundamentales en la seguridad alimentaria y hacen parte de la canasta familiar y por ende de muchos países (Martínez y Rey, 2021).

Los problemas fitosanitarios causados por plagas y enfermedades son muy comunes en las zonas productoras de plátano y banano, y la incidencia y magnitud del impacto dependen de las condiciones ambientales y del manejo del cultivo (DANE, 2016). Esto se debe a factores climáticos altamente inestables donde aumentan el riesgo de la aparición de diversos géneros y especies de patógenos. Existen patógenos que no se centran en una sola área de la planta, y atacan el área foliar, radicular, tallo y su sistema vascular (Jacome, 2020), convirtiéndose en un factor riesgoso para el desarrollo del cultivo (Moreno *et al*, 2021).

El banano y el plátano al ser un cultivo sensible requiere el monitoreo constante y procesos eficientes para que la plantación tenga un desarrollo adecuado. Con la presencia de la enfermedad provoca un efecto cadena que afecta directa e indirectamente a miles de familias que están relacionadas con el manejo de este cultivo. Ya que los trabajadores al momento de realizar labores como el corte de la fruta dejan al descubierto heridas por la cual el patógeno podría encontrar las vías de acceso necesarias para su infección (Jacome, 2020), además Vera, (2017) destaca en la producción de los monocultivos de plátano y banano requiere de un alto uso de agroquímicos para el control de malezas, enfermedades y protección de la fruta.

En el momento de tomar una decisión de control químico se deben considerar varios aspectos como ser: emplear productos registrados para el cultivo en cuestión, que sea eficiente para la plaga que queremos controlar y que el tiempo de carencia posibilite reiniciar la cosecha sin que esto produzca pérdidas y peligros de intoxicación para los operarios y/o consumidores (Pinto *et al*, 2017).

En esta circunstancia única, la investigación relacionada con la utilización de la variedad hereditaria intra-específica cercana se está creando como otro dispositivo para supervisar las plagas y enfermedades, ya que cuanto más altos sean los grados de biodiversidad intraespecífica en una parcela, más notables serán las fuentes de obstrucción accesible (Marcillo, 2014).

Como alternativa para estos problemas, está el adecuado reconocimiento de estos factores fitosanitarios y los diferentes métodos de control: cultural, biológico y químico. En este sentido, el manejo integrado de plagas y enfermedades se encamina a lograr una producción sostenible, al implementar armónicamente prácticas o métodos de control, considerando las variables ambientales, sociales y tecnológicas (DANE, 2016). En la actualidad estos métodos alternativos de control cada vez se hacen más dispendiosos, ya que la diseminación de los diversos patógenos se dan por prácticas no favorables como lo son; el movimiento y transporte de suelo infectado, el uso de herramientas de cultivos enfermos a cultivos sanos, por medio de los afluentes, por el paso de animales domésticos e insectos entre cultivos, entre otros.

Las principales enfermedades de importancia al que enfrentan estos cultivos ya están identificadas, entre ellas está la mancha foliar (*Mycosphaerella eumusae*) (Arzanlou *et al*, 2008), mal de panamá (*Fusarium oxysporum f. sp.*) (Ploetz, 2015), Moko del plátano (Ralstonia Solanacearum) (Álvarez *et al*, 2013), entre otros. Por tal motivo cada vez es más importante para los productores poder tener un producto que ayude al control fitosanitario de manera eficiente y amigable con el medio ambiente.

Como alternativa para mitigar las afectaciones causadas por estas enfermedades expertos sugieren el uso de lixiviados orgánicos, los lixiviados del raquis se suman a la alimentación de las propias parcelas de plátano, básicamente en el compromiso extraordinario de potasio, el suplemento más significativo y clave para la mejora de los

productos orgánicos. Correlativamente, pequeñas cantidades de estos lixiviados pueden dar una variedad más prominente de suplementos (N, Fe, Mn, Na, Cu) a la tierra para conseguir una mejora del rendimiento, los propósitos de estos lixiviados además de ayudar al sustento con la conserva moderan igualmente la frecuencia de ciertas enfermedades; el lixiviado de raquis de plátano puede ser un fantástico suplemento en el tratamiento de los cultivos de plátano, por la variedad de suplementos que presenta, en consecuencia, se suma para aliviar la consolidación de altas centralizaciones de abonos y permite la recuperación ambiental de los suplementos a la tierra y las redes de formas de vida que la ocupan (Chávez *et al*, 2017).

Por tal motivo este proyecto tiene como finalidad evaluar el lixiviado orgánico obtenido del raquis de plátano para el control fúngico en *Musaceas* junto con ácido hipocloroso mediante varios tratamientos, donde se acudirá a un software libre llamado ImageJ (versión 1.48q) el cual con sus herramientas se podrá hacer seguimiento al crecimiento *in vitro*, además de esta herramienta se realizarán pruebas estadísticas Tukey para analizar y respectivamente llegar a los resultados esperados dándole una posible solución al problema fitosanitario que afecta a los productores de plátano y banano.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el lixiviado orgánico obtenido del raquis de plátano sobre el control en la proliferación *in-vitro* de enfermedades de origen fúngico en *Musaceae*

Objetivos específicos

Comparar la concentración del lixiviado más ácido hipocloroso para el control de los patógeno de importancia en las musáceas

Determinar la acción antimicrobiana del producto desarrollado, mediante la evaluación del crecimiento *in vitro* de las diferentes cepas aisladas, con el software imageJ.

Desarrollar un prototipo de origen orgánico con potencial fungicida en el control de enfermedades de importancia agrícola en el cultivo de plátano y banano.

MARCO CONCEPTUAL

Musaceas

La planta de plátano y banano pertenecen a la familia de las musáceas presentando características especiales que despiertan el interés científico de estudios en esta disciplina; tal como describen Barrera *et al*, (2011) este tipo de planta es una categoría duradera, que debe pasar por una etapa de formación que le permita fabricar el crecimiento de la raíz

subterránea para los ciclos de ingestión, y las hojas para la ósmosis (fotosíntesis). Cuando estos diseños están enmarcados, almacena carbohidratos y diferentes sustancias en los cormos para la descarga de los brotes, la floración y el consiguiente llenado de productos naturales. La planta debe estructurar todo el tiempo la región de las hojas y las raíces importantes para mantener un equilibrio incesante con la mejora de estos órganos, así como controlar sus ciclos fisiológicos para mantener el desarrollo vegetativo y producir el producto natural al mismo tiempo.

Según Lescot, (2008) en todo el mundo, las musáceas (bananas y plátanos) son de extraordinaria cuantía, entre las naciones con la creación se destacan India, Uganda, Brasil, China, Filipinas, Ecuador y Colombia, individualmente. Esta agrupación tiene a los surtidos Hartón, Dominico Hartón y Dominico como los más delegados, son igualmente los más comercializados y los más utilizados en los ciclos agro modernos.

El cultivo del plátano en Colombia es posiblemente de los más distintivos y prometedores de la nación, ya que se produce en todas las zonas y a lo largo del año. Es la ocupación de miles de familias en Colombia y por su beneficio alimenticio se utiliza tanto para el uso humano como para la alimentación de los animales (Agudelo y Flores, 2019).

Camayo (2015), expresa que los cultivos de plátano en Colombia están expuestos a varios factores de riesgo, plagas, organismos microscópicos, cambios ecológicos extremos, estaciones secas e inviernos extensos. Factores que en su mayoría ocurren dentro del patrón de creación del plátano.

Enfermedades

Desde algún tiempo atrás, la seguridad que el cultivo de plátano *Musa paradisiaca* suministra a los pequeños, medianos y grandes productores, se ha visto amenazada por un conjunto de plagas que aquejan a la planta y sus respectivos frutos (Jiménez y Rodríguez, 2014). Álvarez *et al*, (2013a), afirma que las enfermedades que influyen en el plátano y la banana son un gran problema en todo el mundo, ya que se desprenden de todas las piezas de la planta y son provocadas por organismos, microorganismos e infecciones. Restrepo (2021) asegura que los flujos de viento, especialmente durante los períodos de turbulencia, contribuyen a la propagación de distancias significativas. Diferentes circunstancias, por ejemplo, fertilización deficiente, la ausencia de canales de infiltración, el aplazamiento de las diligencias sociales, como, la evacuación de las hojas, el procedimiento agrícola, la alimentación y la administración de las malas hierbas se suman a las circunstancias climáticas, haciendo que la operación fitosanitaria sea más compleja.

La propagación de la enfermedad es rápida y se transmite con facilidad por contacto (instrumentos de campo) produciendo pérdidas considerables. Se ha encontrado que va tras todos los genotipos de plátano sin rumbo. Las fuentes de inóculo son las acumulaciones de plantas enfermas, el suelo contaminado y los artículos utilizados para el intercambio. La

enfermedad puede iniciarse por contaminaciones de plantas enfermas a flores masculinas de plantas sólidas, a través de salpicaduras de gotas de lluvia, de rizomas obtenidos de plantas contaminadas o a través de la transmisión por contacto en plantas no florecientes, de las que se crean marchitamiento, deterioro de productos naturales y marchitez mortal (Manzo-Sánchez, 2013).

SIGATOKA NEGRA

Las musáceas son vulnerables a las enfermedades provocadas por organismos microscópicos, fitonemátodos, así como crecimientos, entre ellos *Pseudocercospora fijiensis*, que es el especialista causante de la infección conocida como Sigatoka negra. Esta enfermedad está ampliamente difundida en todo el mundo y se considera el principal problema fitosanitario en la producción de plátanos, ya que causa daños, por ejemplo, la disminución del tejido fotosintético, el envejecimiento prematuro del producto orgánico, la pérdida de peso del racimo, entre otros. Las ascosporas son la principal vía de contaminación debido a su sencilla propagación por el viento y el agua; entran a través de los estomas siempre que se guarden en la capa externa del envés de la hoja bandera, donde los estados de alta precipitación y las temperaturas entre 26-28°C inciden directamente en el avance de la enfermedad (Benavides, 2019).

La gravedad de esta enfermedad se amplía en un marco, por ejemplo, el de las musáceas, en el que el desarrollo de un clon hereditario uniforme en enormes expansiones hace que el marco sea excepcionalmente indefenso ante los ataques epidémicos del agente (Manzo-Sánchez *et al*, 2005).

MAL DE PANAMÁ

Como su nombre indica, la marchitez por *Fusarium* se describe por una contracción continua de las plantas, que puede pasar en medio mes o meses, debido a la obstrucción del entramado vascular provocada por el microbio. Se ha visto que la indefensión de la planta aumenta a medida que se acerca la floración, en cuyo caso el haz puede surgir, pero no crece ordinariamente. En las plantas afectadas, la posteridad puede parecer típica o animada en su desarrollo, dando la presencia de ser sana, sea como sea, están manchadas y esto amplía el riesgo de propagación de la enfermedad.

En el interior, se observan regiones de color marrón a tierra tenue en las raíces y el cormo. En el pseudotallo, los paquetes vasculares se vuelven de color marrón claro a marrón rojizo y deben ser visibles a lo largo de todo el pseudotallo y, sorprendentemente, en el pseudoesporo y la vena focal de la hoja. (Carr *et al*, 2017). Los efectos secundarios externos se manifiestan al principio como un amarillamiento en los bordes de las hojas más experimentadas, que se extiende a las más jóvenes. Se descomponen lentamente, oscilando desde la base del nervio medio alrededor del pseudotallo. Las hojas más jóvenes

son las últimas en mostrar los efectos secundarios y suelen permanecer erguidas. También pueden crearse roturas longitudinales en el pseudotallo. La mejora de la planta no es capturada por la enfermedad y son más modestas y manchadas para surgir las hojas (Martínez *et al*, 2019). La raza 4 de *F. oxysporum f. sp. cubense* es, sin duda, la que tiene mayor potencial para crear problemas tanto al comercio del plátano como a los pequeños productores, ya que una gran parte de los surtidos de plátanos y bananas desarrollados están indefensos ante la enfermedad (Manzo-Sánchez, 2013).

MOKO

Es una enfermedad altamente infecciosa, ya que tiene la capacidad de invadir de manera sistemática todos los órganos de la planta hospedera, provocando el taponamiento de los haces vasculares, lo que induce finalmente a la marchitez y muerte de la unidad de producción. De esta manera, se provoca una disminución significativa del rendimiento por hectárea de las plantaciones. La enfermedad del Moko se caracteriza por afectar a todos los órganos de la planta en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas suelen presentarse en una de las tres hojas más jóvenes, avanzando progresivamente hacia las más viejas las hojas afectadas presentan al inicio una tonalidad verde pálida o amarilla, luego se marchitan, se sacan y terminan por doblarse en o cerca del punto de unión del limbo con el peciolo (Sotomayor *et al*, 2014).

Lixiviado de raquis de plátano

El lixiviado del plátano está formado por una combinación de sustancias no húmicas (azúcar, aminoácidos, polisacáridos, proteínas) y sustancias húmicas, que son combinaciones de varios grupos macromoleculares, e incluye la actividad de microorganismos responsables del deterioro microbiano (Arenas *et al.*, 2004). Su impacto inhibitorio sobre los fitopatógenos examinados, por ejemplo, *Mycosphaerella fijiensis*, *R. Solanacearum* y *Sphaerotheca pannosa*, se atribuye a la actividad cooperativa de mezclas bioquímicas con impacto antimicrobiano, como los ácidos fenólicos, las saponinas, las naftoquinonas y los terpenoides, en su mayor parte (Mainer, 2009).

Chaves *et al*, (2017) expresan que los lixiviados de los raquis contribuyen a una gran nutrición del suelo y, por consiguiente, a los cultivos de plátanos. En el estudio realizado, los suplementos fundamentales obtenidos en los lixiviados fueron Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Sodio (Na), entre otros. Las principales cantidades en la obtención de lixiviados del raquis de plátano Dominicano se adquirieron después de 20 días, mientras que el surtido de lixiviados en el surtido Morado se hizo después de 26 días de fermentación, lo que exhibe la viabilidad del fluido vegetal.

Álvarez *et al*, (2013) afirman que las opciones que se han planteado por la administración sintética pueden crear problemas ecológicos y humanos, las prácticas,

por ejemplo, las rotaciones de cultivos no han sido totalmente eficaces, la capacidad de los patógenos para resistir durante mucho tiempo en la materia natural, el suelo o los huéspedes sustitutivos. La utilización de estos elementos electivos sustituyó a la utilización de formaldehído, un elemento profundamente nocivo que era utilizado por los agricultores en sus fincas.

En estudios donde se ha evaluado el lixiviado de raquis de plátano por Álvarez *et al.* (2013a) en fincas del Quindío durante 3 años, tuvieron la opción de disminuir el número de habitantes en *Ralstonia solanacearum* causante del Moko en un 32%, con utilizaciones de lixiviados no adulterados en el suelo en dosis de 27.000 litros por cada hectárea. En las utilizaciones aeronáuticas del lixiviado al 20% de concentración, se notó una mejoría foliar, donde la planta puede introducir hasta tres hojas sólidas en el momento de la cosecha y con menor gravedad de la Sigatoka Negra. La naturaleza del lixiviado no queda totalmente resuelta por el tratamiento de la cosecha, puesto que influye en la naturaleza del raquis, la convención y el tiempo de creación, y la etapa de curado, ya que sugieren una temporada de incubación prevista de 40 días (maduración anaeróbica), que se aplicará más tarde.

Mogollón y Zapata (2010) estudiaron el efecto de los lixiviados del raquis del plátano a los 15 días de la siembra, tuvo una disminución más notable en el número y tamaño de los estados de crecimiento de *P. fijiensis* con el uso de los lixiviados con 90% de agua disipada como para los diferentes tratamientos, mientras que la esporulación y germinación de conidias con este tratamiento disminuyeron de igual manera que con los fungicidas, los cuales frenaron totalmente el desarrollo del organismo. Eso es lo que mostraron los resultados, a medida que se ampliaba la agrupación del lixiviado, disminuía la mejora de *P. fijiensis*.

Por otro lado, las investigaciones se han extendido a nivel mundial, acompañando al lixiviado de raquis de plátano con otras sustancias que probablemente tendrían mayor efecto anti fúngico.

Ácido hipocloroso

Según Soto y González (2016), el ácido hipocloroso (HClO) es una partícula no disociado de cloro y es el principal responsable de la acción bactericida de los demás subordinados del cloro. Es importante para otro grupo de sustancias microbílicas conocidas como “partículas antimicrobianas no antiinfecciosas” que, debido a su amplia gama, su rápida actividad y su amplio margen de bienestar, pueden utilizarse para controlar y prevenir un gran número de enfermedades de la piel y las mucosas.

Además, evaluaron dos grupos de vacas de Holstein, uno con un pre sellador a base de ácido hipocloroso y el segundo grupo con un pre sellador a base de amonio cuaternario, con una diferencia de tiempo en su aplicación de 20 y 30 segundos. Como resultado de este estudio demostraron que el ácido hipocloroso tuvo una efectividad alta en coliformes y

moderada contra hongos y levaduras, además de esto comprobaron que no genera ningún tipo de residuos en leche, por tal motivo concluyen que el ácido hipocloroso puede ser utilizado como desinfectante-presellador en vacas.

Henao *et al* (2003), afirman que el ácido hipocloroso como desinfectante bactericida, penetra fácilmente en las células bacterianas a través de la membrana citoplasmática, actúa sobre proteínas y ácidos nucleídos de los microorganismos, oxida grupos sulfhídruos (-SH) y ataca grupos aminos, índoles y al hidroxifenol de la tirosina. La acción bactericida del hipoclorito de sodio se debe al ácido hipocloroso y al cloro gaseoso que se forman cuando el hipoclorito es diluido en agua, a pH menores de 7,5 se favorece la generación del ácido hipocloroso y a pH mayores tiende a generar ion hipoclorito, el cual tiene una actividad reducida debido a su carga eléctrica y no atraviesa fácilmente la membrana celular.

Ordoñez *et al*, (2021) investigaron como propósito principal evaluar la eficacia de varios desinfectantes comerciales, en función de la concentración y el tiempo de contacto, frente a un amplio espectro de cepas de *Fusarium spp*, con el fin de contribuir a la implementación de procesos de bioseguridad en puntos de ingreso especialmente a las bananeras. Un total de 5 desinfectantes comerciales fueron seleccionados y su actividad fue evaluada luego de 30 segundos, 1 minuto y 5 minutos de exposición a una suspensión de macroconidios y otra de clamidosporas (106 /mL), (...) aquel producto compuesto por ácido hipocloroso 0,05 % (neuthox) presentó mayor efectividad en todas las cepas en general a focos más notables o equivalentes a la fijación sugerida, a partir de un momento de apertura contra los macroconidios y de 5 minutos de apertura contra las clamidosporas. Ninguno de los desinfectantes de dióxido de cloro fue convincente para reprimir (inhibir) el avance de *Fusarium spp*.

Sotfware imagej (versión 1.48q)

ImageJ es un programa de manejo de imágenes computarizado situado principalmente en las ciencias del bienestar. Es una programación de espacio público de código abierto creada en lenguaje Java en National Institutes of Health en los Estados Unidos. Incorpora naturalmente activos integrales para alterar, manejar y examinar imágenes de prácticamente cualquier tipo y configuración. No obstante, su mayor prudencia radica en su extensibilidad: Las funcionalidades de ImageJ pueden ser alcanzadas para resolver prácticamente cualquier problema avanzado de manejo de imágenes (Sánchez Valenciano, 2014).

Shindelin *et al*, (2015) afirman que desde que los equipos de imágenes digitales ingresaron al mundo de la ciencia, los científicos de la vida han colaborado con los científicos informáticos para aplicar técnicas de procesamiento de imágenes para analizar datos biomédicos. La finalidad es utilizar procesos computacionales para acelerar tareas repetitivas y, al mismo tiempo, obtener resultados cuantitativos, ya que los resultados

estadísticos son mucho más convincentes, científicamente hablando, que las observaciones cualitativas. A medida que maduró el campo del procesamiento de imágenes (Castleman, 1996), los expertos en visión artificial desarrollaron técnicas especializadas que podrían aplicarse a las imágenes biomédicas.

Además expresaron que la comunidad de ImageJ también dio un ejemplo de cómo la investigación puede ser más efectiva, al establecer un foro interdisciplinario donde se difunde el conocimiento y las preguntas que pueden parecer difíciles para los expertos en un campo científico pueden ser respondidas fácilmente por un experto en otro campo que van desde biólogos experimentales hasta paleontólogos, astrónomos e informáticos, así mismo, cada vez más científicos reconocen el hecho de que el software juega un papel tan importante en la investigación como los materiales y los métodos.

METODOLOGÍA

Localización

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en la Universidad Surcolombiana Sede Pitalito en los laboratorios de biología y suelo, ubicada en el kilómetro 1 vía Vereda El Macal, en las instalaciones del Tecnoparque nodo Pitalito, sede Yamboró en los laboratorios de biotecnología, ubicado en la Vereda Chillurco del municipio de Pitalito y en la Finca El Paraíso, propiedad del señor Nicolás Molina Medina, ubicada en la vereda Danubio perteneciente al municipio de Pitalito- Huila, localizada a 1°52'49.32" N y 76°5'14" O, donde se encuentran los cultivos de plátano y banano. El municipio de Pitalito posee una temperatura promedio de 23°C con una humedad relativa de 80%. La investigación llevada a cabo se dividió en tres fases, las cuales fueron necesarias para adecuada ejecución de la misma (Ilustración 1).

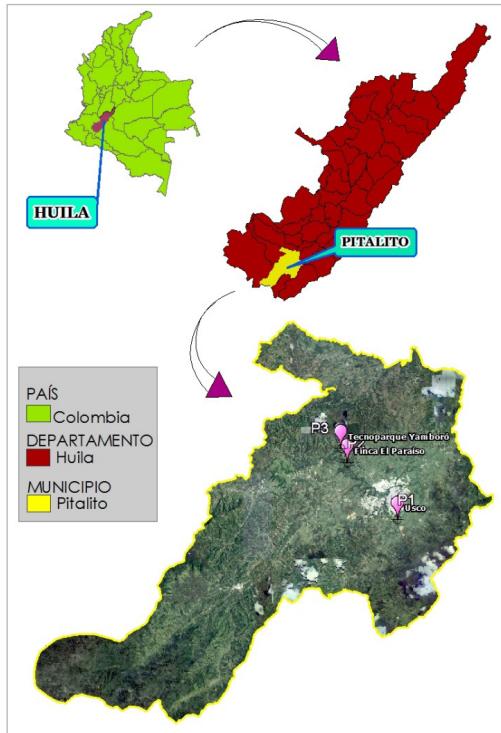


Ilustración 1. Ubicación áreas de trabajo

FASE 1

LIXIVIADO DE RAQUIS DE PLÁTANO

Recolección materia prima

La colecta del raquis de plátano se realizó en la plaza de mercado minorista de Cálamo del municipio de Pitalito-Huila, donde se obtuvo un aproximado de 20 kg.

Procesamiento del raquis de plátano

Los raquis de plátano se depositaron en recipientes para hacer el debido proceso de lavado con agua potable, así mismo por un lapso de 30 minutos se dejaron en reposo para escurrir el agua sobrante. Luego se trasladó al área de molienda, donde se utilizó un molino convencional de mano para moler el material en fresco. Mediante este proceso de molienda se extrajo el líquido para llevar a almacenar.

Fermentación del lixiviado

Al obtener el líquido del proceso de molienda, se almacenaron aproximadamente tres litros a temperatura ambiente en frascos de vidrio con tapa plástica para evitar la corrosión, dichos frascos se llevaron a incubación en cuarto oscuro evitando posibles movimientos y luz solar a temperatura promedio de 23°C y humedad en el laboratorio de 90%. El proceso de fermentación del lixiviado se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología del Tecnoparque nodo Pitalito.

FASE 2

Esta fase se llevó a cabo en base a la metodología realizada por Mogollón y Castaño-Zapata (2010), donde se usó principalmente el método de la siembra directa de las respectivas muestras y aislamiento en medio de cultivo PDA (Potato Dextrose Agar), teniendo en cuenta alguna modificación por las condiciones en laboratorio.

MUESTRA CONTAMINADA

Reconocimiento en campo

En la finca La Esperanza se realizó la inspección de los cultivos de plátano y banano donde se pudo identificar la presencia de enfermedades fúngicas que estaban atacando las plantaciones por la sintomatología que demostraban (Ilustración 2).



Ilustración 2. 1. Planta cortada por enfermedad. 2. planta con presencia de enfermedad en el área foliar. 3. planta enferma en pseudotallo. 4. hijuelo enfermo en pseudotallo y área foliar. 5. planta joven con inicios de enfermedad. 6. plantas enfermas totalmente.

Recolección de muestra

Se extrajo la muestra de tejido vegetal realizando un corte transversal al pseudotallo de una planta de plátano, donde se pudo evidenciar posible enfermedad al interior de la misma como se observa en la Ilustración 3, para trasladarla a laboratorio.



Ilustración 3. Pseudotallo de planta de plátano enferma (corte transversal).

PROCESO EN LABORATORIO

Asepsia implementos de laboratorio

Se manipuló una cantidad de 100 cajas Petri la cual se le realizó el siguiente procedimiento:

Lavado: Las cajas Petri se lavaron con agua potable y jabón líquido neutro, donde se les retiró todo tipo de sedimentos de experimentos anteriores, seguidamente se secaron con toallas de papel, dejándolas en reposo por 30 minutos.

Desinfección: Después del proceso de lavado y secado se desinfectaron con alcohol antiséptico al 70%, en seguida se marcaron las tapas superiores de las cajas Petri para evitar confusiones con otros experimentos en los laboratorios.

Esterilización: Luego de tener las cajas Petri desinfectadas se organizaron en secciones de diez unidades, donde se envolvieron en papel de estraza y cinta papel (Ilustración 4), teniendo de este modo todas las cajas Petri se llevaron a esterilizar mediante autoclave, según el Instituto Nacional de Gestión Sanitaria (2013), éste proceso de esterilización se hace con el fin de inactivar todos los virus y bacterias, actúa coagulando las proteínas de los microorganismos llevando así su destrucción.



Ilustración 4. 1. Cajas Petri empacadas para esterilizar en Autoclave. 2. Autoclave

Preparación medio de cultivo

Agua destilada: Inicialmente se midió la cantidad de mililitros que podía contener una caja Petri, dando como resultado 30 ml por cada una, en efecto se requerían tres litros para las 100 cajas Petri que anteriormente se esterilizaron.

Papa Dextrosa Agar: La mezcla se realizó con base a la metodología de Mogollón & Castaño-Zapata (2010) con algunas modificaciones en las diluciones y la aplicación de los productos en Papa Dextrosa Agar, además siguiendo las especificaciones del fabricante, se debía preparar 39 gr de PDA por cada litro de agua purificada o destilada, por ende, para los tres litros de agua destilada se utilizó 117 gr de PDA.

Mezcla: En dos beackers de 1.5 lt se agregó 58.5 gr de PDA con 1500 ml de agua destilada. Luego de mezclar los dos elementos mencionados se realizaron pruebas de pH dando como resultado 5.35, por esta razón se agregó en pocas cantidades NaOH con el fin de subir el pH de la mezcla hasta 7.2 (neutro).

La mezcla se llevó a la plancha de agitación, proporcionando una temperatura de 150° C y 600rpm, la cual requirió de 35 minutos para llegar a punto de ebullición, al mismo tiempo se agregó 9 gr de oxicloruro de Cobre en cada beacker, como complemento para prevenir la contaminación por otros hongos fitopatógenos siendo uno de los fungicidas agrícolas más antiguo del mercado y de amplio espectro además de ser el más económico, seguidamente se llevó a autoclave para la respectiva esterilización, luego se incorporó en cada caja Petri los 30 ml de la mezcla preparada. A partir de esto se dejó en reposo 24 horas en la cabina de flujo laminar (Ilustración 5).



Ilustración 5. 1. Medio nutritivo PDA. 2. Mediciones con pH-metro. 3. Plancha de agitación. 4. Cajas Petri con medio nutritivo. 5. Cabina de flujo laminar.

Siembra

Teniendo la muestra recolectada en campo ya en laboratorio, se lavó con agua destilada con el fin de retirar sedimentos de la muestra. En segunda instancia se le realizaron cortes muy pequeños, aproximadamente de 1 cm, para luego hacer la siembra colocando cada trozo de muestra en las cajas Petri con el respectivo cultivo. Finalmente, las cajas Petri se dejaron en reposo durante 72 horas en incubación a temperatura de 23°C y una humedad de 90%, después de ver el crecimiento de los hongos se hacía verificación pasando un día.

Muestras

Las muestras obtenidas luego del proceso de observación, fueron escogidas, de las cuales se seleccionaron 25 unidades, para el respectivo estudio, estas muestras fueron divididas en 5 subgrupos en relación al crecimiento micelial, esto con el fin de que cada grupo se le fuera asignado un tratamiento.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
TRATAMIENTO 1	Producto químico comercial al 100%.
TRATAMIENTO 2	lixiviado de raquis de plátano al 100%.
TRATAMIENTO 3	lixiviado de raquis de plátano al 82% + HClO
TRATAMIENTO 4	lixiviado de raquis de plátano al 50% + HClO

Tabla 1. Concentraciones de cada tratamiento

FASE 3

Montaje para aplicación

En la aplicación de los tratamientos se requería de un seguimiento fotográfico, por tal motivo se implementó un montaje para captar cada cambio que ocurría durante las sesiones de aplicación.

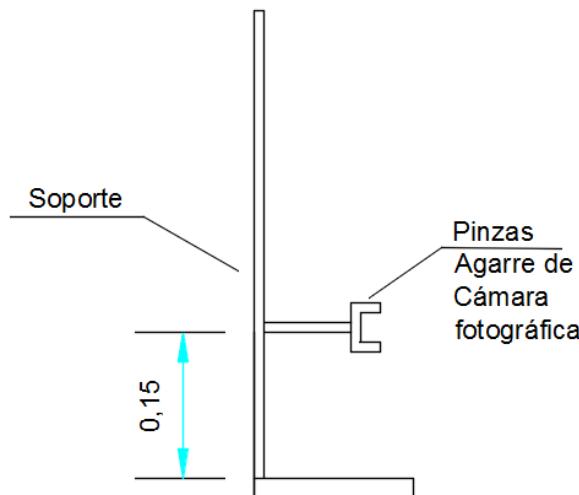


Ilustración 8. Esquema montaje fotográfico.

Se utilizó un soporte con pinzas para instalar la cámara fotográfica CANON SX500 IS (ilustración 8, 9) a una altura de 15 cm desde la base donde se colocó la muestra para ser captada por la misma, después de hacer cada registro fotográfico se procedió a realizar la aplicación de los tratamientos, dicho procedimiento se repitió durante 15 sesiones (una sesión cada tres días). El registro fotográfico fue almacenado de forma organizada de tal manera que se pudiera observar con exactitud los cambios que ocurrían tras cada aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El seguimiento se realizó durante 42 días, observándose crecimiento micelial lentamente cada día, tal como se evidencia en la ilustración 10.

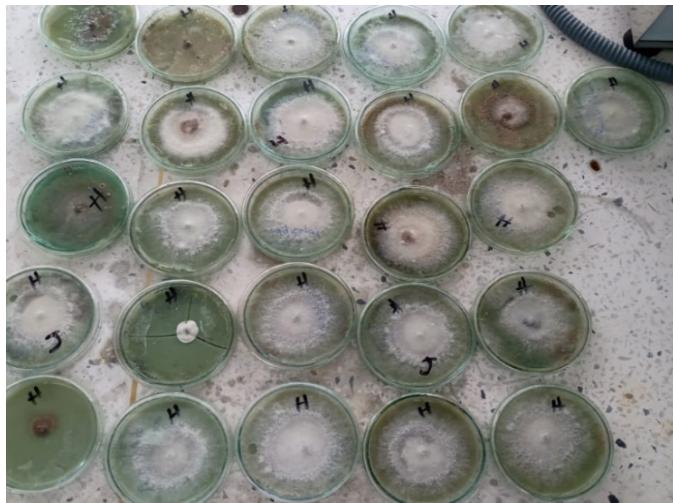


Ilustración 10. Muestras de Hongos.

Para cada tratamiento se emplearon cinco placas con crecimiento micelial (ilustración 11).

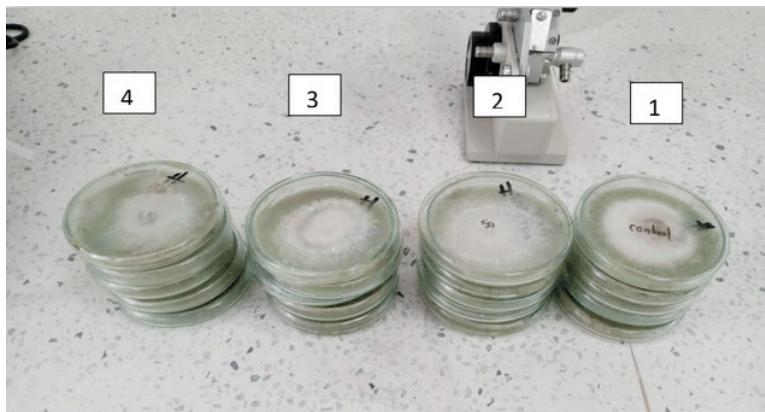


Ilustración 11. Grupos de muestras

Identificación

La identificación del patógeno que se formó en las cajas Petri se hizo mediante comparación de estudios como el de Moreno *et al.* (2021) dando como resultado *Fusarium sp.* En tal sentido se pudo apreciar las características del micelio con textura algodonosa y pigmentos de color blanco, en ese mismo contexto las características morfológicas son similares a las expuestas por Moreno *et al.* (2021) en donde se identificaron la presencia del hongo en los frutos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el municipio de Pitalito Huila

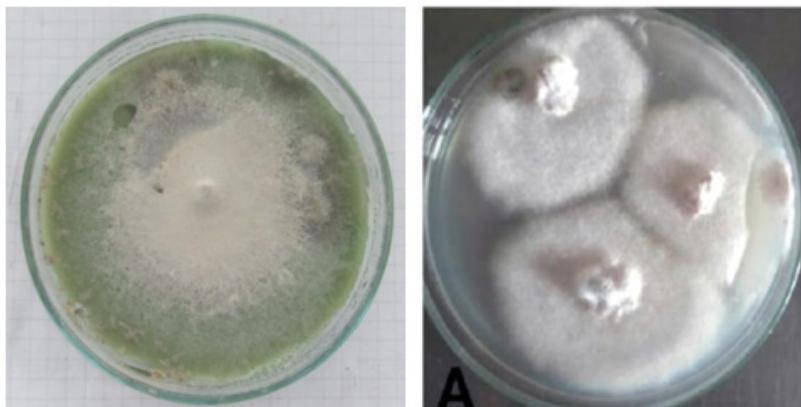


Ilustración 12. Comparación del hongo *Fusarium* sp., 1. Muestra obtenida en laboratorio de planta de plátano 2. muestra obtenida por moreno et al, (2021) de cáscara de pitahaya.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el desarrollo de esta investigación se realizó un análisis de varianza en un modelo estadístico de diseño irrestrictamente al azar (DIA) con cuatro fuentes de variación (tratamientos), cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

μ : Promedio.

T_i : Efecto del tratamiento sobre patógeno.

E_{ij} : Error experimental asociado al tratamiento i, repetición j.

Durante las 15 sesiones de aplicación y seguimiento fueron sometidas a un análisis de medición mediante el software ImageJ, donde claramente se pudo evidenciar el crecimiento del micelio algodonoso de *Fusarium* sp. alrededor de cada muestra obtenida del pseudotallo de una planta de plátano cultivado en PDA, de este modo fue posible medir el área micelial de cada muestra, por consiguiente, se adquirieron los datos expuestos en la tabla 4, la cual demuestra el valor promedio del crecimiento cada tres días para cada uno de los tratamientos y la desviación estándar del parámetro evaluado por cada tratamiento.

TRATAMIENTO MICELIAL (cm ²)	DÍAS DE EVALUACIÓN														
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
1	0.93 ± 0.18	0.8 ± 0.16	0.7 ± 0.14	0.65 ± 0.14	0.61 ± 0.18	0.51 ± 0.16	0.45 ± 0.19	0.4 ± 0.17	0.33 ± 0.16	0.29 ± 0.14	0.23 ± 0.09	0.21 ± 0.09	0.15 ± 0.04	0.11 ± 0.01	0.07 ± 0.008
2	1.2 ± 0.18	1.18 ± 0.35	1.01 ± 0.07	0.84 ± 0.06	0.74 ± 0.04	0.67 ± 0.04	0.6 ± 0.10	0.5 ± 0.09	0.45 ± 0.06	0.42 ± 0.04	0.4 ± 0.03	0.37 ± 0.05	0.29 ± 0.05	0.11 ± 0.002	0.18 ± 0.013
3	1.23 ± 0.09	1.38 ± 0.27	0.93 ± 0.24	0.82 ± 0.22	0.73 ± 0.23	0.71 ± 0.21	0.65 ± 0.25	0.56 ± 0.21	0.49 ± 0.21	0.39 ± 0.23	0.34 ± 0.23	0.29 ± 0.22	0.25 ± 0.22	0.23 ± 0.24	0.2 ± 0.24
4	1.54 ± 0.22	0.99 ± 0.15	0.88 ± 0.11	0.82 ± 0.14	0.76 ± 0.11	0.74 ± 0.11	0.72 ± 0.08	0.64 ± 0.04	0.58 ± 0.04	0.54 ± 0.076	0.4 ± 0.11	0.35 ± 0.05	0.29 ± 0.08	0.17 ± 0.04	0.12 ± 0.05

Tabla 3. Resultados del crecimiento micelial de los diferentes tratamientos.

*Letra **a** con diferentes números (1, 2, 3 o 4) indican diferencias significativas para los tratamientos (test de Tukey).

La tasa de decadencia del hongo *Fusarium sp.* al ser expuesto durante el tiempo de aplicación osciló para el tratamiento 1 entre 0.93 cm² y 0.07 cm², para el tratamiento 2 fue de 1.2 cm² y 0.18 cm², para el tratamiento 3 fue de 1.23 cm² y 0.2 cm² y en el tratamiento 4 fue de 1.54 cm² y finalizó con 0.12 cm², tal como lo expone la tabla 4 y el gráfico 1, donde se observa la inhibición constante del crecimiento micelial tomado cada tres días durante el lapso de tiempo de 42 días (15 sesiones).

CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM*

El comportamiento del crecimiento micelial de *Fusarium sp.* fue generalmente disminuyendo durante el tiempo de aplicación tal como se demuestra en la gráfica de líneas, véase gráfico 1, demostrando en los primeros tres días de aplicación valores fluctuantes, en los siguientes días de aplicación el crecimiento fue reduciendo progresivamente en todos los tratamientos.

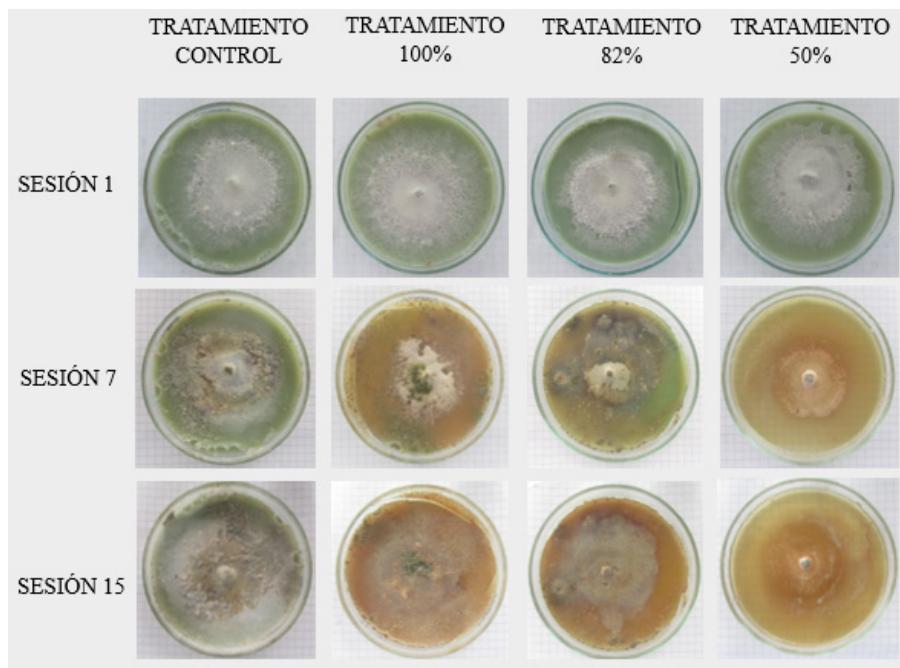


Ilustración 6. Muestras tratadas con antifungico comercial y los tratamientos con raquis de plátano

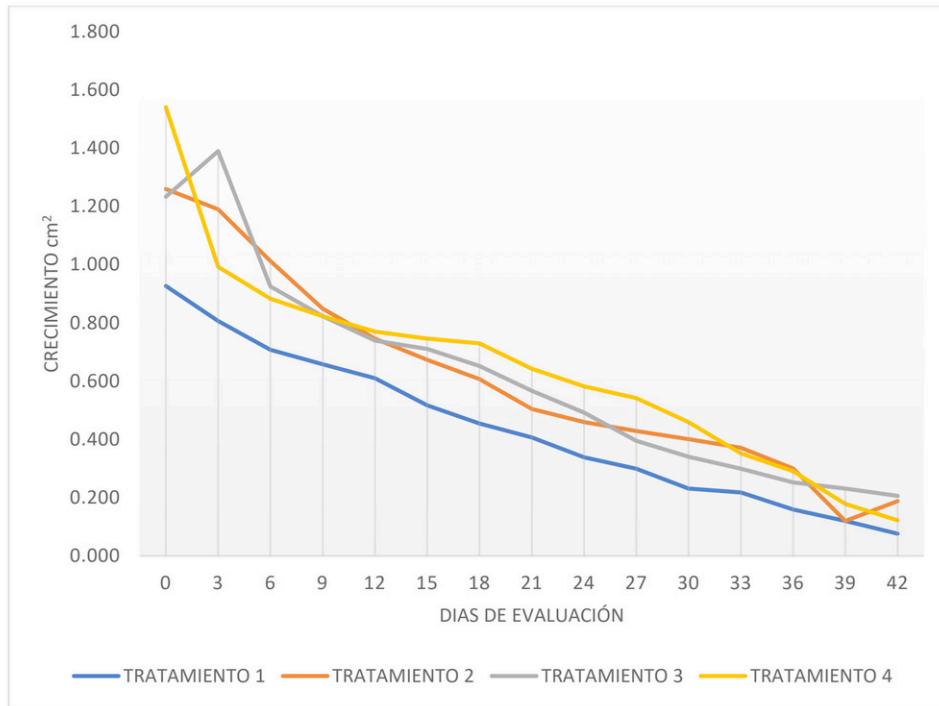


Gráfico 1. Comportamiento de *Fusarium sp.* ante la aplicación de los cuatro tratamientos

Las pruebas de comparación de medias de Tukey se realizaron con la finalidad de hallar una diferencia significativa ($p<0.05$) entre cada tratamiento durante los 45 días de aplicación, tales diferencias se observan en la tabla 4, donde a1 indica área de crecimiento micelial mínima y a4 el área micelial máxima.

Desde el primer día que se hizo el aislamiento de los hongos y la aplicación de los tratamientos se presentó diferencias en la proliferación del hongo en la caja Petri como se observa en la ilustración 13.

En el día 3 (sesión 2) como segunda aplicación de los tratamientos después de la medición no se notó una diferencia estadística significativa ($p>0.05$) ver anexo test de tukey, entre los tratamientos tal como se puede evidenciar en la tabla 4, donde en el tratamiento 3 aumentó la proliferación del hongo lo que indica que no fue eficiente el tratamiento en su primera aplicación, por el contrario, el tratamiento 4 disminuyó de manera considerable el crecimiento micelial del hongo, como lo comprobó Osorio *et al* (2012), donde evaluaron la eficacia *in vitro* de lixiviado de plátano sobre *Fusarium sp.* dando como resultado que la concentración de lixiviado con el 50% + agua evaporada redujo significativamente el crecimiento micelial y la tasa de crecimiento del hongo, además la esporulación y la germinación fueron inhibidas por completo.

Seguidamente en el día 6, el tratamiento 2 tuvo una diferencia estadística

significativa ($p<0.05$) ver anexo test de tukey, ya que el tratamiento hizo efecto en la inhibición del crecimiento micelial del hongo junto con el tratamiento 3 donde descendió su propagación, aunque el tratamiento 2 seguía siendo el que contenía el mayor tamaño micelial a comparación de los otros tres tratamientos.

Para el día 9, el tratamiento 4 la reducción micelial fue mínima lo que produjo que el tratamiento 3 al tener un mejor comportamiento e inhibir el crecimiento micelial llegó al mismo tamaño que el tratamiento 4, así mismo, en el tratamiento 2 fue más notoria la reducción micelial como se puede evidenciar en la Tabla 4, lo que hace favorable la evolución y efectividad anti fúngica que demostraba este tratamiento siendo mayor porcentaje de composición orgánico, así mismo, se complementa la afirmación de Salmerón (2018) donde estableció que los abonos orgánicos líquidos pueden contener enormes cantidades de microorganismos benéficos que permiten regular el metabolismo vegetal y pueden llegar a ser un buen complemento de la fertilización, en dicha sesión no hubo una diferencia estadística significativa ($p>0.05$) ver anexo test de tukey,

En el día 12, los tratamientos 2 y 3 seguían demostrando su efectividad al inhibir el crecimiento micelial del hongo como se puede observar en la tabla de Tukey, donde se hace la comparación ante el tratamiento 1 (producto comercial) ya que sus comportamientos estaban siendo semejantes y donde se pudo evidenciar la diferencia estadística significativa ($p<0.05$) en el tratamiento 2.

Así mismo para el día 15 se observó una diferencia estadística significativa ($p<0.05$) ver anexo test de tukey, entre el tratamiento 1 y 2, ya que el tratamiento 2 continuó inhibiendo el crecimiento micelial de manera considerable e importante al estar compuesto de lixiviado al 100%, como en la investigación de Mogollón y Castaño (2010) el cual en sus resultados demostraron que a medida que se aumentó la concentración de los lixiviados, se redujeron los valores promedio del número y tamaño de colonias y esporulación con respecto al testigo, mientras que la germinación de las conidias de *P. fijiensis*, fue inhibida de manera absoluta.

De manera similar en el día 18, 21 y 24, el comportamiento de los cuatro tratamientos fue efectivo al disminuir la proliferación del hongo de manera constante, estos resultados concuerdan con los de Álvarez *et al* (2010), donde evaluaron el hongo *Mycosphaerella fijiensis* ante la exposición de tratamientos *in vitro* con concentraciones de lixiviado de raquis de plátano hasta del 75%, realizando evaluaciones a los 15 y 30 días de siembra, demostrando que las colonias no incrementaron de modo valioso el diámetro de crecimiento, por consiguiente, el hongo fue inhibido significativamente, además se evidenció diferencia estadística significativa ($p<0.05$) para el día 18 en el tratamiento 2, así mismo en el día 24 donde hubo diferencia estadística significativa ($p<0.05$) en el tratamiento 4.

En el día 27, se no observó diferencia estadística significativa ($p>0.05$) ver anexo test de tukey, en los tratamiento, donde el tratamiento 3 (82% lixiviado de raquis de plátano) disminuyó más el tamaño del micelio notoriamente en comparación al tamaño del micelio

del tratamiento 2, es indicativo que a mayor cantidad del lixiviado orgánico va ser mayor la reducción del crecimiento micelial del hongo, lo cual coincide con lo demostrado por Dita *et al*, (2010) donde el tratamiento con lixiviado de raquis de plátano al 10%, 25% y al 50% permitió incrementar el crecimiento del diámetro de colonias, las colonias al 75% no incrementaron significativamente ($p<0.05$) su diámetro lo cual significa que el hongo fue inhibido apreciablemente.

Para el día 30, los tratamientos 3 y 4 tuvieron una disminución considerable, lo cual el tratamiento 4 redujo el crecimiento micelial demostrando su eficacia lentamente, aunque en comparación con el tratamiento 3 permanecía con un área micelial mayor y se encontró diferencia estadística significativa ($p<0.05$) en el tratamiento 2.

En el día 33, se encontró una diferencia estadística significativa ($p<0.05$) en los tratamientos 1 y 2, donde disminuyeron significativamente, en consecuencia, el tratamiento 4 obtuvo un área micelial más pequeña que el tratamiento 2, por ello cambia de posición radicalmente en la tabla de Tukey (Tabla 4) lo que indica que el tratamiento compuesto por lixiviado de raquis de plátano acompañado con otro componente como lo es en este caso el ácido hipocloroso puede ser alternativo para evitar la proliferación del hongo, como lo demostraron Bautista *et al*, (2014) donde estudiaron el comportamiento de un cultivo de plátano con presencia de fitonematodos ante la exposición de las aplicaciones de lixiviado de raquis de plátano y lombricompost, demostrando ser una herramienta efectiva para el manejo de la plaga.

Para el día 36, el tratamiento 2 y 3 continuaron con la reducción del micelio, haciendo comparación entre ellos, el tratamiento 2 tuvo una reducción mayor, aunque conservaba un área micelial mayor al tratamiento 3, en dicho día se encontró una diferencia estadística significativa en el tratamiento 1 ($p<0.05$).

En el día 39, se puede observar en la tabla de Tukey el comportamiento a lo largo de los días presentó ciertas fechas clave como este día (sesión 14) donde en primera instancia se evidenció diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) en los tratamientos 1, 2 y 4, además todos los tratamientos a base de lixiviado de raquis de plátano y ácido hipocloroso están muy cerca al tratamiento 1 (control) lo que asegura o significa que ese medio es alternativo y efectivo para ser utilizado para el control de los patógenos tal como lo describió Hernández *et al*, (2014) en la investigación realizada del hongo causante de la sigatoka negra *M. fijiensis Morelet* en condiciones *in vitro* con la utilización de lixiviado a base de raquis de plátano, notaron un impedimento más prominente de la germinación y el desarrollo del crecimiento, lo que podría convertirse en una opción económica y natural para el control de esta enfermedad, en el caso de que se supervisara de forma coordinada en los cultivos de musaceas.

Así como en el día 42 las diferencias estadísticas fueron para los mismos tratamientos del día 39, así mismo, se puede observar en la tabla de Tukey el tratamiento control fue de menos crecimiento a lo largo de la medición; sin embargo, cabe resaltar la

acción de tratamiento 2 al inhibir el crecimiento micelial del hongo *Fusarium sp.*, siendo su componente el lixiviado de raquis de plátano al 100%.

En general, de acuerdo al análisis de varianza en Tukey al 5% realizado a los tratamientos (Tabla 1), indican que el tratamiento 1 (producto comercial) si tuvo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$), donde se identificó su eficacia anti fúngica al combatir el hongo *Fusarium sp.*, (mal de panamá) con una reducción del 92.4%, así mismo, el tratamiento 2 compuesto por lixiviado de raquis de plátano al 100% si tuvo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) con un porcentaje de inhibición del 85% el cual lo hace beneficioso al ser totalmente orgánico, el tratamiento 3 compuesto por lixiviado de raquis de plátano al 82% + ácido hipocloroso si tuvo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) ver anexo test de tukey, ya que fue la concentración con menor reducción del hongo del 83.7%, en el tratamiento 4 (lixiviado de raquis de plátano al 50%+ ácido hipocloroso) tuvo mayor diferencia estadística significativa en comparación a los otros tres tratamientos, puesto que, dicho tratamiento demostró más inhibición del crecimiento micelial del hongo *Fusarium sp.*, del 92.2%.

CONCLUSIONES

Se demuestra la efectividad de los tratamientos en relación con las concentraciones de lixiviado de raquis de plátano más HClO para el control fúngico en los cultivos de plátano y banano *in vitro* obteniéndose un porcentaje de inhibición mínimo del 83.7% (lixiviado de raquis de plátano al 82% + HClO) y máximo del 92.2% (lixiviado de raquis de plátano al 50% + HClO), en comparación al tratamiento compuesto de producto comercial, el cual tuvo una reducción del hongo del 92.4%.

El efecto antimicrobiano de cada uno de los tratamientos se determinó mediante un riguroso seguimiento por medio del software Image J, en el cual indicó la inhibición en gran medida del crecimiento del hongo *Fusarium sp.*

El prototipo fue elaborado con la concentración del 100% de lixiviado de raquis de plátano, ya que demuestra una efectividad del 85% al inhibir el desarrollo de *Fusarium sp.*, al ser un tratamiento totalmente orgánico cumple las expectativas propuestas durante el desarrollo del proyecto haciendo de este un producto viable económicamente y amigable con el ambiente.

REFERENCIAS

- Agudelo Valencia , J., & Flores Mogollon, V. C. (2019). *El moko (ralstonia solanacearum) en plátano y banano: incidencia y medidas alternativas de control en el contexto colombiano*. Risaralda: UNAD.
- Álvarez , E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra en America latina y el caribe* . CIAT/ FAO.
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodriguez, D., González, S., & Pantoja, A. (2013a). Producción de material de «siembra» limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. *CIAT*, 2.
- Álvarez, E., Cortés, J., & Ceballos, G. (2010). Alternativas para el manejo de la sigatoka negra en plátano Dominicano Hartón (AAB), mediante el uso de lixiviado y productos biológicos. *En: Boletín Musalac, No. 1 (2)*, 3-5.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Ceballos, G., & Gañán, L. (2013b). *Producción de lixiviado de raquis de plátano en el eje cafetero de Colombia*. CIAT/FAO.
- Arenas, A., Lopez, D., Álvarez, E., Llano, G., & Loke, J. (2004). Efecto de prácticas ecológicas sobre la población de ralstonia solanacearum smith, causante de moko en plátano. *Fitopatología Colombiana*.
- Arzanlou, M., Groenewald, J., Fullerton, R., Abeln, E., Carlier, J., Zapater, M.-F., . . . Crous, P. (2008). *Multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several novel species of Mycosphaerella and related anamorphs on banana*. DOI: <https://doi.org/10.3767/003158508X302212>
- Barrera Violetth, J. L., Cardona Ayala, C. E., & Cayón Salinas, D. G. (2011). *El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible*. Cordoba-Colombia : Universidad de Córdoba.
- Benavides , I. (2019). *Cuantificación temprana de pseudocercospora fijiensis por medio de la qpcr en modelos predictivos de sigatoka negra en plantas de banano (musa aaa)*. costa rica: instituto tecnológico de costa rica.
- Bautista, L. G., Bolaños B, M. M., Asakawa, N. M., & Villegas, B. (2014). *respuesta de fitonematodos de plátano musa aab simmonds a estrategias de manejo integrado del suelo y nutrición*. colombia. doi. org/10.17151/luaz.2015.40.6
- Camayo, J. A. (2015). *estado actual del mejoramiento genético del plátano y del banano*. Popayán.
- Carr, C., Sánchez, M., Alfaro, F., Villalta, R., Sandoval, J., & Guzmán, M. (2017). *Marchitez por fusarium o mal de panamá del banano y otras musáceas*. Dirección de investigaciones sección de fitopatología .
- Chávez-Estudillo, V., Valencia-Ordoñez, A., Córdova-Nieto, C., Flores-Estevéz, N., Jarillo-Rodríguez, J., & Noa-Carrazana, J. (2017). *Lixiviados de Raquis de Plátano: Obtención y Usos Potenciales*. México: Cuadernos de Biodiversidad.
- DANE. (2016). Enfermedades y plagas del plátano (Musa paradisiaca) y el banano (Musa acuminata; M sapientum) en Colombia. *Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*, 1-2.

Dita, M., Garming, H., & Brown, D. (2010). *Ensayo in vitro con lixiviado de raquis de platano (LRP)*. Boletín Informativo Oficial de la Red de Investigación y Desarrollo de Banano y Plátano para América Latina y el Caribe.

Furtado, D. (2011). *SISVAR: a computer statistical analysis system*. Brasil: Universidad Federal de Lavras/UFLA.

Hernández González, Y., Paredes Niño, C., & Cárdenas, H. (2014). *Sensibilidad in vitro de Mycosphaerella fijiensis Morelet a fermentos de raquis de plátano y fungicidas*. Maracay: Agronomía Trop. vol.64 no.1-2.

Henao, S., Sierra, C., & Gaitán , J. A. (2003). *Actividad bactericida del ácido hipocloroso*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Heslop-Harrison, J., & Schwarzacher, T. (2007). *Domestication, Genomics and the Future for Banana*. Oxford Journals. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm191>

Instituto Nacional de Gestión Sanitaria. (2013). *Guía para el manejo del Autoclave en la central de esterilización del Hospital Universitario de Ceuta*. Madrid: INGESA: 1.945.

Jacome, S. (2020). *Identificación del agente patógeno causal de daños ocasionados en la fase de postcosecha del cultivo de banano (Musa Paradisiaca L.) en la empresa Reibancap*. Quebedo-Ecuador.

Jiménez , E., & Rodriguez, O. (2014). Insectos Plagas de Cultivos en Nicaragua. *Universidad Nacional Agraria*.

Lescot, T. 2008. *La diversité génétique des bananiers en chiffres*. *Les Dossiers de Fruitrop* 155: 29 - 33.

Manzo-Sánchez, G. (2013). *Enfermedades de importancia cuarentenaria de bananos y plátanos*. México: Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 31 (Suplemento).

Manzo-Sánchez, G., Orozco-Santos, M., Martínez-Bolaños, L., Garrido-Ramírez, E., & Canto-Canche, B. (2014). *Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (Musa sp.) en México*. México.

Marcillo, J. (2014). *Contribución económica de la biodiversidad intraespecífica: Caso Musas spp., en El Carmen y La Maná a nivel del pequeño productor*. Madrid, España: Editorial Académica Española .

Martinez , G., Rey-Brina, J., Pargas, R., & Manzanilla , E. (2019). *Marchitez por fusarium raza tropical 4. estado actual y presencia en el continente americano*

Martínez, G. E., & Rey Brina, J. (2021). *Bananos (Musa AAA): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19*. Venezuela : Agronomía Mesoamericana DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43610>

Mogollón, A., & Castaño Zapata, J. (2010). *Evaluación in vitro de lixiviados del raquis de plátano sobre Paracercospora fijiensis (Morelet) Deighton*. Caldas. Colombia: Agronomía (Manizales)

Moreno , L. M., Luna, L. B., & Escobar, L. N. (2021). *Aislamiento e Identificación del Agente Causal de la Pudrición Basal en Frutos de Pitahaya (selenicereus megalanthus) Cultivada en el Departamento del Huila*. Colombia: Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura. DOI: <https://doi.org/10.23850/raa.v7i1.3727>

Ordoñez , G., Toaza, A., Yánez, J., & Marcial-Coba, M. (2021). *Evaluación de la eficacia de cinco desinfectantes comerciales, aplicables en la cadena productiva de musáceas, contra cinco cepas de Fusarium spp*. Tumbaco, Ecuador.: Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas. 42(1): 11-25. DOI: 10.26807/remcb.v42i1.884.

Osorio Gutierrez, L. A., Castaño Zapata, J., & Gutiérrez Rios, L. B. (2012). Eficacia in-vitro de lixiviados de plátano sobre fusarium oxysporum schlecht, causante de la pudrición de raíces de arveja (pisum sativum linneo). *Agronomía* 20(1), 17-25.

Palencia C., G. E., Gómez Santos, R., & Martín S., J. E. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. Bucaramanga: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA –.

Pinto Ruiz, G., Tarragó, J., & Álvarez, R. (2017). *Principios activos de bajo período de carencia para el control de plagas y enfermedades en verduras de hoja*. Argentina: Agrotecnia. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/agr.0262719>

Ploetz, R. C. (2015). *Fusarium wilt of banana*. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW>

Restrepo, W. (2021). *Evaluación del efecto antifúngico del extracto de moringa (Moringa Oleifera Lam.) para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella Fijiensis Morelet) en el cultivo de plátano, municipio de Turbo- Antioquia*. Turbo- Antioquia.

Salmerón B. M. (2018). Instalación de un sistema de riego por aspersión para 88 ha de banano (Musa paradisiaca) en finca Monte Blanco, San Alberto, Siquirres, Limón. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Sánchez Valenciano, D. (2014). *Análisis del software ImageJ para el análisis científico de imágenes*. Madrid- España : Universidad Politécnica de Madrid.

Shindelin, J., Rueden, C., Hiner, M., & Eliceiri, K. (2015). *The ImageJ ecosystem: An open platform for biomedical image analysis*. Madison, Wisconsin: Laboratory for Optical and Computational Instrumentation, University of Wisconsin at Madison.

Soto, L., & Gonzalez, L. (2016). *Efecto del ácido hipocloroso como presellador en un grupo de vacas lecheras en la finca el logroño en soacha, cundinamarca*. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle .

Sotomayor, I., Bustamante, A., & Delgado, R. (2014). *Programa nacional de banano, platano y otras musaceas*. INIAP.

Vera A., D. (2017). *Biodiversidad intraespecífica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medida de control de plagas y enfermedades*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.

LEONARDO FRANÇA DA SILVA: Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é Doutor em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho e Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

JÉSSICA MANSUR SIQUEIRA FURTADO CRUSOÉ: Zootecnista formada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com mestrado e doutorado em Zootecnia na área de nutrição e produção de animais monogástricos pela mesma instituição. Atualmente atua como professora substituta na UFV – Campus de Florestal, é coordenadora da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Aves e Suínos da UFV e atua também como instrutora do Sistema FAEMG Senar Minas nas áreas de avicultura e suinocultura. Possui experiência em produção, nutrição e alimentação de aves e suínos, bioclimatologia, avicultura com foco em produção de ovos em sistemas alternativos, nutrição e alimentação de poedeiras e desenvolvimento sustentável da avicultura e suinocultura familiar

VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA: Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras, especialista em Análise de Dados e Engenharia de Segurança do Trabalho, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP), atuando na integração de novas tecnologias da informação no campo, atuando diretamente com processamento de imagem, estatística multivariada e modelos de inteligência artificial. Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência e Uso de Inteligência Artificial na Agricultura.

A

- Anastrepha spp 1, 2, 3, 5
- Antifungico 56, 75
- Artículos científicos 35, 39, 42, 44, 45, 51

B

- Bienestar animal 20, 23, 26, 28, 33

C

- Capítulos de libro 35, 39
- Comités de atención animal 20
- Control biológico 56

D

- Diversidad 1, 2, 3, 6, 7, 9, 12, 13, 17, 19

F

- Fitopatógenos 8, 11, 12, 18, 19, 56, 62, 69
- Folletos 35, 39, 43

I

- Inhibición 7, 10, 11, 75, 77, 79

L

- Libros 35, 37, 39, 42
- Liderazgo 20, 24, 25, 27, 28, 32, 33
- Lixiviado 56, 59, 62, 63, 66, 67, 70, 76, 77, 78, 79, 80, 81

M

- Musáceas 56, 59, 60, 61, 80, 82

P

- Penicillium digitatum 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Q

- Quinua 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18

R

- Recubrimiento 7

- Recursos naturales 1, 2, 5, 38

ÍNDICE REMISSIVO

S

Saponina 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

T

Tecnologías generadas 35, 39, 42

CULTIVANDO EL FUTURO

TENDENCIAS Y DESAFÍOS EN LAS CIENCIAS AGRÍCOLAS

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CULTIVANDO EL FUTURO

TENDENCIAS Y DESAFÍOS EN LAS CIENCIAS AGRÍCOLAS

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK www.facebook.com/atenaeditora.com.br