



1

Volumen

1

Número

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO

IRCAM

Revista
Investigación en
Recursos Amazónicos



Julio - Diciembre 2023

ISSN en Línea: 3100-9050

ISSN en Línea: 3100-9050

IRCAM

Revista
Investigación en
Recursos Amazónicos

Contacto: ircam.editor@itp.edu.co

Sitio web: <https://investigaciones.itp.edu.co/index.php/ircam>

Esta publicación es apoyada por la:



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO

Editorial - Instituto Tecnológico del Putumayo / Mocoa, Putumayo - Colombia / 2023

ISSN en Línea: 3100-9050

PRESENTACIÓN

La Revista Investigación en Recursos Amazónicos (IRCAM) es editada por el Instituto Tecnológico del Putumayo y publica artículos de investigación, artículos de revisión, comunicaciones breves y estudios de caso relacionados con la aplicación de las áreas de ciencias naturales, tecnologías, humanidades, ciencias económicas y administrativas y demás núcleos temáticos que contribuyan al aprovechamiento y gestión de los recursos amazónicos.

IRCAM

Revista
Investigación en
Recursos Amazónicos

Periodicidad de Publicación

Semestral

Ciudad de Edición

Mocoa, Putumayo - Colombia

Áreas temáticas

Ciencias naturales, tecnologías, humanidades, ciencias económicas y administrativas y demás núcleos temáticos que contribuyan al aprovechamiento y gestión de los recursos amazónicos.

IRCAM

Revista
Investigación en
Recursos Amazónicos

ISSN en Línea: 3100-9050

EQUIPO EDITORIAL

Editor General

Ph.D. Juan Carlos Suárez Salazar

Universidad de la Amazonia

Comité Editorial

Deivis Suarez Rivero

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

Ivan Camilo Sanchez Rojas

Instituto Tecnológico del Putumayo

Comité Científico

Jorge Alberto Escobar Vargas

Pontificia Universidad Javeriana

Cristian Hernandez Gil

Universidad de la Amazonia

Socrates Pedro Muñoz Pérez

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de

Mendoza de Amazonas, Perú

DISEÑO PORTADA

Esp. Karol Andres Suarez

Universidad de la Amazonia

TABLA DE CONTENIDO

Carta de Apertura	Página
UN COMPROMISO CON LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO AMAZÓNICO. Miguel Ángel Canchala Delgado	7 - 8
Artículos de Investigación Científica	
DIVERSIDAD DE HONGOS DEL RESGUARDO INDÍGENA INGA LA CRISTALINA, PUERTO LIMÓN PUTUMAYO // <i>Diversity of macromycetes of the Inga La Cristalina indigenous reservation, Puerto Limón Putumayo</i> Juliana Alexandra Echeverry Calvache, Natalia Estefanía Meza Segura, Sully Daniela Salas Diaz, Paola Andrea Villota Ortega, James Mauricio Legarda Ceballos	9 - 24
ESTABLECIMIENTO PRELIMINAR DE CULTIVO DE <i>Hermetia illucens</i> (LINNAEUS) (DIPTERA: STRATIOMIDAE) PARA PROCESAMIENTO DE MATERIA ORGANICA EN MOCOA-PUTUMAYO // <i>Preliminary establishment of cultivation of Hermetia illucens (Linnaeus) (Diptera: Stratiomidae) for processing organic matter in Mocoa-Putumayo</i> Ederson Alejandro Jaramillo Timaran, Keiner Sebastian Jaramillo Timaran	25 - 33
IMPACTO FINANCIERO POR LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN PANDEMIA, ITP SEDE MOCOA 2019-2020 // <i>Financial impact of student dropouts during the pandemic, ITP Mocoa campus 2019-2020</i> Diego Arciniegas Goyes, Maria Ortigón Córdoba	34 - 41
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE <i>Moniliophthora roreri</i> (CIF & PAR) E INTENSIDAD DE LA MONILIASIS DEL CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) EN LA AMAZONÍA COLOMBIANA // <i>Morphological characterization of Moniliophthora roreri (Cif & Par) and intensity of cacao moniliasis (Theobroma cacao L.) in the Colombian Amazon</i> Edgar Martinez Moyano, Lyda Constanza Galindo Rodríguez	42 - 54

IRCAM

Revista
Investigación en
Recursos Amazónicos

ISSN en Línea: 3100-9050

TABLA DE CONTENIDO

Artículos de Estudios de Caso

**LIDERAZGO EMPRESARIAL EN TIEMPOS DE POST-PANDEMIA (COVID 19),
CASO DE ESTUDIO EN UNA MICROEMPRESA DE MOCOA, PUTUMAYO //**

*Business leadership in post-pandemic times (COVID-19), case study in a micro-
enterprise in Mocoa, Putumayo*

Maria Chávez Moreno, Hector Romo Zambrano

Página

55 - 63



UN COMPROMISO CON LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO AMAZÓNICO

A commitment to amazonian research and development

Miguel Ángel Canchala Delgado^{1*}

¹Rector, Instituto Tecnológico del Putumayo, Colombia. 860001.

*mcanchala@itp.edu.co

Como rector del Instituto Tecnológico del Putumayo, me honra presentar el primer artículo de la Revista Investigación en Recursos Amazónicos IRCAM, una apuesta académica que refleja el compromiso institucional con la producción de conocimiento pertinente, riguroso y situado, desde uno de los territorios más biodiversos, complejos y estratégicos del planeta: la región amazónica.

El Instituto Tecnológico del Putumayo, con sede principal en Mocoa, capital del departamento, ha venido consolidándose como una institución de educación superior pública que responde a los desafíos sociales, ambientales, culturales y económicos de su entorno. Nuestra misión está orientada a la formación integral de ciudadanos competentes, comprometidos con el desarrollo sostenible del Putumayo y la región sur del país. Esta formación se apoya en una visión institucional clara: ser reconocidos nacional e internacionalmente como un referente en educación superior que articula la docencia, la investigación y la proyección social en función de la transformación territorial.

En coherencia con esta misión y visión, la institución ha fortalecido sus procesos de investigación como uno de los pilares fundamentales de su quehacer académico. Desde nuestros grupos y semilleros, promovemos proyectos que no solo responden a necesidades locales, sino que también aportan a las discusiones científicas globales sobre biodiversidad, cambio climático, sostenibilidad, cultura, educación y tecnología. Estos procesos se desarrollan con una clara orientación ética, interdisciplinaria y con enfoque territorial, involucrando activamente a estudiantes, docentes, comunidades y actores institucionales.

Es en este marco que nace la Revista Investigación en Recursos Amazónicos, como una plataforma científica y académica que tiene como objetivo principal divulgar los resultados de investigaciones realizadas en la región amazónica. Este medio

busca articular saberes, visibilizar experiencias, promover la reflexión crítica y generar diálogos entre la ciencia moderna, los conocimientos ancestrales y las prácticas comunitarias. Su enfoque es amplio y transversal: abarca desde las ciencias naturales hasta las ciencias sociales, desde la tecnología hasta la cultura, desde la ecología hasta la economía solidaria. Con ello, la revista se convierte en un espacio abierto, plural y riguroso para investigadores, docentes, estudiantes y actores sociales comprometidos con el territorio.

La creación de esta revista representa un hito en la historia institucional de la institución. Implica una transformación de concepto, ya no somos solo una institución que forma profesionales, sino también una que produce y comparte conocimiento de calidad. Este esfuerzo contribuye de manera decisiva a elevar los estándares académicos de la institución, fortaleciendo nuestras capacidades investigativas y posicionándonos como generadores de ciencia con identidad territorial.

Asimismo, la Revista Investigación en Recursos Amazónicos constituye un valioso medio de divulgación que permitirá llevar al ámbito nacional e internacional las investigaciones que emergen desde la selva, desde la montaña, desde las comunidades y sus saberes, desde los laboratorios y las aulas del Putumayo. Se trata de una vitrina que proyecta al mundo la riqueza científica, cultural y natural de nuestra región, aportando a la visibilidad y reconocimiento del sur colombiano como fuente de conocimiento estratégico.

Este primer número marca el inicio de una etapa que requerirá del compromiso, la creatividad y el rigor de toda nuestra comunidad académica. Hacemos una invitación abierta a los investigadores del país y del exterior para que vean en esta revista un canal legítimo y pertinente para compartir sus hallazgos, reflexiones y propuestas, siempre con la mirada puesta en el cuidado de la vida, la dignidad de los pueblos y la sostenibilidad de los territorios.

Desde el Instituto Tecnológico del Putumayo reafirmamos nuestro compromiso con la ciencia, la educación y el desarrollo regional. Confiamos en que esta revista será una herramienta poderosa para consolidar una comunidad académica crítica, innovadora y profundamente conectada con su contexto. Porque investigar desde la Amazonía es también una forma de resistir, de crear y de construir futuro.

Mocoa, Putumayo – Colombia.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

DIVERSIDAD DE HONGOS DEL RESGUARDO INDÍGENA INGA LA CRISTALINA, PUERTO LIMÓN PUTUMAYO

Diversity of macromycetes of the Inga La Cristalina indigenous reservation, Puerto Limón Putumayo

Juliana Alexandra Echeverry Calvache^{1*}, Natalia Estefanía Meza Segura¹, Sully Daniela Salas Diaz¹, Paola Andrea Villota Ortega¹, James Mauricio Legarda Ceballos¹

¹Semillero de investigación en ecología y recursos genéticos, Instituto Tecnológico del Putumayo, Mocoa, Colombia.

*julianaecheverry2020@itp.edu.co

Recibido: 20 de noviembre 2023. Aceptado: 15 de diciembre de 2023

Resumen

Objetivo: determinar la diversidad de hongos presentes en el territorio del resguardo indígena Inga La Cristalina, Puerto Limón - Putumayo. **Alcance:** fortalecer los saberes ancestrales con base al conocimiento adquirido durante la presente investigación acerca de los hongos. **Metodología:** el área de estudio cuenta con 600 m², para la colecta de las diferentes muestras de hongos se realizó un transecto de 0,5 ha, el cual se dividió en cinco parcelas de 50 x 4 m, cada una se ubicó de forma aleatoria, los cuales posteriormente se identificaron en las instalaciones del laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo. **Resultados y conclusiones:** se colectaron e identificaron un total de 24 especies diferentes, de acuerdo al Índice de Margalef el Resguardo Indígena Inga la Cristalina presenta una diversidad media de 4.2 y en relación al uso sobre sus propiedades se encontró que la mayoría de las especies fueron no comestibles con un porcentaje del 20.8 %. Se requieren más estudios para proponer medidas de conservación y aprovechamiento limitado de las especies encontradas, así como para comprender la diversidad y uso potencial de los hongos en ambientes boscosos, con el fin de promover la construcción social y formar ciudadanos con conocimiento científico.

Palabras clave: Hongos, diversidad, comunidad indígena, conocimiento, cultura.

Abstract

Objective: to determine the diversity of mushrooms present in the territory of the Inga La Cristalina indigenous reservation, Puerto Limón - Putumayo. **Scope:** to strengthen ancestral knowledge based on the knowledge acquired during this research on fungi. **Methodology:** the study area has 600 m², for the collection of the different samples of fungi a transect of 0.5 ha was made, which was divided into five plots of 50 x 4 m, each one was located randomly, which were later identified in the laboratory facilities of the Technological Institute of Putumayo. **Results and conclusions:** a total of 24 different species were collected and identified, according to the Margalef Index, the Inga la Cristalina Indigenous Reserve has an average diversity of 4.2 and in relation to the use of their properties it was found that most of the species were not edible with a percentage of 20.8 %. More studies are needed to propose conservation measures and limited use of the species found, as well as to understand the diversity and potential use of fungi in forest environments, in order to promote social construction and to form citizens with scientific knowledge.

Key words: Fungi, diversity, indigenous community, knowledge, culture.

Introducción

Los hongos son organismos muy diversos, con estimaciones que sitúan su número entre 2,2 y 3,8 millones de especies en todo el mundo (Hawksworth y Lücking, 2017). Desempeñan un papel crucial en los ecosistemas, no solo como degradadores de materia orgánica en el ciclo de los nutrientes, incluyendo la recolección de la madera, sino también como patógenos y simbioses mutualistas (Vázquez et al., 2016; Caiafa et al., 2017). Además de su importancia ecológica, los hongos son valiosos recursos forestales no maderables con impacto social y económico significativo (Jiménez-Ruiz et al., 2013; Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016).

Dentro del ciclo del carbono, desempeñan un papel fundamental al degradar materiales como la lignina. Esto explica por qué se suelen encontrar asociados a árboles en deterioro. Los hongos poseen enzimas lignolíticas de gran importancia biotecnológica, ya que pueden descomponerse una amplia variedad de compuestos con estructura aromática. Estas enzimas son inespecíficas y son excretadas por el hongo cuando se encuentra frente a un sustrato recalcitrante, utilizando esta fuente de carbono como único recurso (Leonowicz et al., 1999; Lodge et al., 2004).

Además de su función ecológica y económica, algunos hongos silvestres representan recursos genéticos valiosos para diversos sectores, como el social, industrial y económico. Estos hongos han desarrollado adaptaciones a diferentes

condiciones ambientales, lo que les permite albergar variaciones genéticas necesarias para potenciar características deseables en beneficio de la población (Salmones y Mata, 2013).

En el contexto del resguardo indígena Inga La Cristalina de Puerto Limón Putumayo, el estudio de los hongos adquiere una relevancia especial debido al conocimiento tradicional arraigado en estas culturas sobre las propiedades medicinales y alimenticias de estos organismos. Este conocimiento se ha transmitido de generación en generación y tiene el potencial de ser preservado y documentado. Además, los hongos desempeñan un papel importante en la cultura indígena, ya sea en la alimentación, la medicina, los rituales religiosos o la artesanía, lo que hace que su estudio sea crucial para comprender mejor la importancia cultural de estos hongos para estas comunidades.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es determinar la diversidad de hongos asociados a este territorio, contribuyendo al avance del conocimiento sobre esta especie y su importancia en la cultura indígena, así como fortaleciendo la conservación y cuidado de estos recursos en la zona de Puerto Limón Putumayo.

Metodología

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el centro poblado de Puerto Limón, municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. Este centro poblado cuenta con una alta diversidad de recursos, hace parte de la región del Piedemonte Amazónico, regado por los ríos Mocoa y Caquetá, se encuentra en los 1° 1' 36,5" N, 76° 32' 29,5" O, cuenta con una precipitación media total anual de 5513,38 mm y una temperatura máxima media anual de 27,83°C. De acuerdo con la información ofrecida por la comunidad del resguardo, el área de estudio es uno de los territorios mejor conservados debido a su limitado acceso y la intervención mínima del bosque (Figura 1). Esto sugiere que la comunidad ha tomado medidas para proteger su territorio y mantener su entorno natural en buen estado. El hecho de que la intervención en el bosque sea mínima indica que la comunidad ha logrado equilibrar su uso del territorio con la conservación de la biodiversidad.

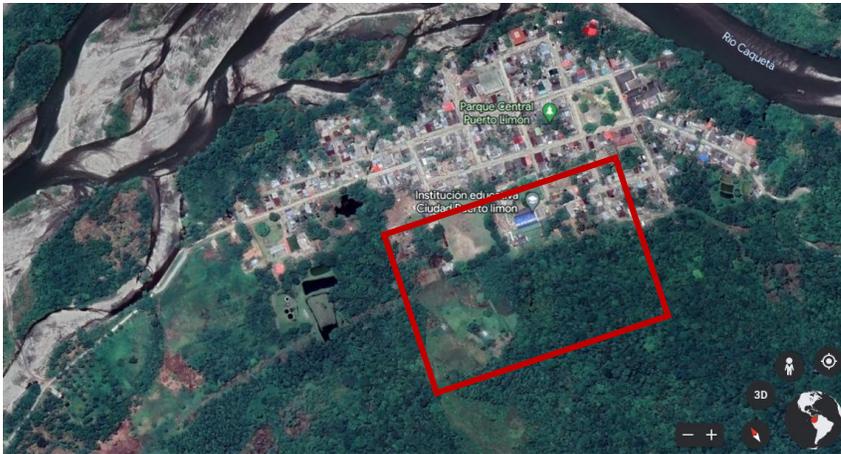


Figura 1. Zona de estudio, Puerto Limón Putumayo

Fuente. Google Earth

Muestreo

Para la colecta de las diferentes muestras de hongos se realizó un transecto de 0,5 ha, el cual se dividió en cinco parcelas de 50 x 4 m, cada una se ubicó de forma aleatoria (Villarreal et al., 2006). Para ello se siguió un protocolo establecido con el fin de determinar y preservar las muestras.

Durante la colecta de hongos, se aseguró que estuvieran en buen estado, fueron cortados con la ayuda de una navaja sin alterar sus características principales; posteriormente, se limpiaron los residuos presentes y se conservó algo del sustrato en el que crecieron, antes de guardarlos en bolsas de papel o ziploc. Para llevar a cabo un registro de la información, se llevó el control en la libreta de campo de las coordenadas, altitud, sustrato y fecha en la que se encontró cada muestra. Finalmente, las muestras se transportaron en un recipiente adecuado y se procesaron en el laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo para su determinación.

Interpretación

El análisis de los hongos se realizó en el laboratorio del Instituto del Putumayo. Para poder clasificar su taxonomía es necesario conocer sus características que las definen, estas se agrupan en:

1. Características macroscópicas (formas y colores de las estructuras visibles).
2. Características organolépticas (olor).
3. Características ecológicas (hábitat, lugar de crecimiento).

Para medir la diversidad se utilizó el índice de riqueza de Margalef, permite evaluar la riqueza específica o diversidad alfa, a partir de la realización de un conteo de todas las especies presentes en el lugar seleccionado. Se evaluó matemáticamente a partir del siguiente modelo:

$$Dmg = \frac{S-1}{Ln N}$$

Con este índice, un número cercano a cero indica una baja diversidad (Mahecha-Vásquez et al., 2017).

Finalmente, con los resultados obtenidos se realizó un catálogo que quedó a disposición de la comunidad donde se puede encontrar datos importantes de los hongos observados en el resguardo como nombre científico, nombre común, principales propiedades y usos, acompañados de fotografías de cada uno para reconocerlos.

Resultados y discusión

El resguardo Indígena Inga La Cristalina está ubicado en el centro poblado de Puerto Limón perteneciente al municipio de Mocoa, cuenta con un total de 4.600 ha de las cuales el área principal contempla 600 m², tiene una infraestructura que abarca una casa hogar, baños, una escuela primaria, cocinas, zonas recreativas, 2 malocas, presencia servicios de red eléctrica y alcantarillado. Se hizo un reconocimiento de las condiciones ambientales de la zona de estudio donde se estimó una temperatura de 27°C, una altitud de 325 msnm, una presión de 1013.2, una humedad del 66%, con un índice de calidad de aire bueno del 42%, la entrada de luz es mediana debido a que el área es una zona boscosa que tiene influencia de chiparo, mango, ficus, yarumo, heliconias, iracas, canaleta, verbena, bore, flores de maraca y en especial palmas de cananguchas. También se observó que existe una fuente de agua que transita dentro del territorio formando un pequeño acuífero que se está viendo afectado debido a la presencia de aguas residuales.

Durante la expedición que se realizó el día 13 de mayo del 2023, se colectaron un total de 24 muestras de hongos, los cuales fueron cuidadosamente seleccionados. Se identificaron 24 especies de hongos, pertenecientes a 21 géneros, dentro de 13 familias y 7 órdenes.

Los miembros del filo Basidiomycota se representan por hongos que, en alguna fase de su ciclo biológico, forman esporas de origen sexual llamadas basidiosporas sobre células especializadas que se denominan basidios. Las basidiosporas se producen en alguna zona externa del basidio, en diverso número dependiendo de la especie. Generalmente, los basidios se encuentran organizados en un himenio que se localiza en determinada región de una fructificación más o menos compleja, ya veces muy conspicua que corresponde al aparato esporífero o basidiocarpo. El micelio está constituido por hifas tabicadas de estructura compleja debido a la presencia de un poro característico de estos hongos, que se denomina

doliporo. Las hifas generalmente presentan fibulas, que son conexiones a manera de puente entre dos células vecinas de la misma hifa y en la base del basidio (Herrera y Ulloa, 2004). Se registraron 21 especies que pertenecen a cinco órdenes; Polyporales (9 especies), Agaricales (8), Auriculariales (2), Hymenochaetales (1), Tremellales (1), (Anexo 1).

Respecto al filo Ascomycota se caracterizan por la formación de esporangios especiales característicos de su estado de reproducción sexual, llamados ascas, en cuyo interior se generan esporas denominadas ascosporas. Las ascas se agrupan en cuerpos fructíferos especiales llamados ascocarpos, delimitados o cubiertos por una capa o pared de hifas estériles denominada peridio. Los cuerpos fructíferos se presentan rodeados de capas o de paredes plectenquimatosas estériles. El talo está constituido por un micelio bien desarrollado con hifas ramificadas y septadas, cuyas células poseen uno a varios núcleos; con frecuencia pasan por una fase dicariótica de vida corta (Lodge *et al.*, 2004). Se registraron dos especies del orden Pezizales y una del orden Xylariales (Anexo 1).

Las especies que presentaron mayores frecuencias totales fueron: *Coprinellus disseminatus* (15 especímenes), *Trametes sp2* (8), *Cookeina tricholoma* (7), *Trametes ochracea* (6), *Tubaria furfuracea* (5 especímenes), *Trametes sp1* (5) y *Mycorrhaphium adustum* (4). La frecuencia de las demás especies osciló en 1 ejemplar (Figura 2).

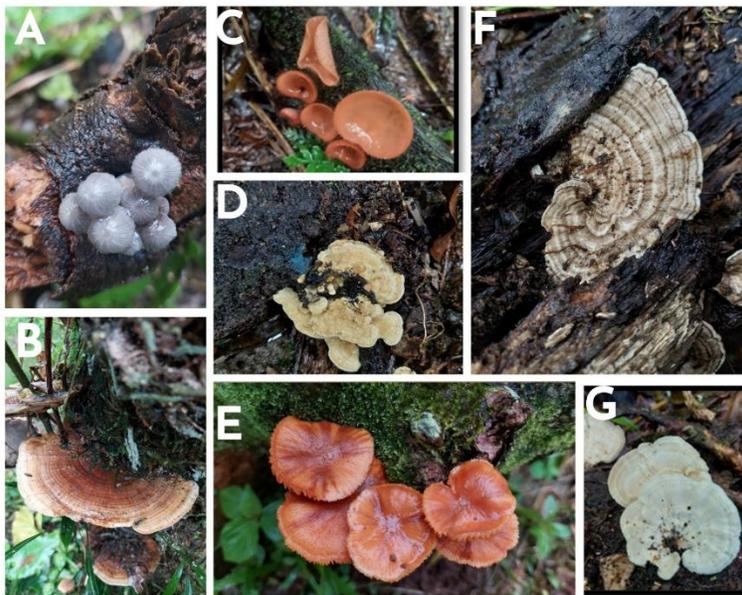


Figura 2. Especies más representativas colectadas en el área de estudio: a) *Coprinellus disseminatus*. b) *Trametes sp2*. c) *Cookeina tricholoma*. d) *Trametes ochracea*. e) *Tubaria furfuracea*. f) *Trametes sp 1*. g) *Mycorrhaphium adustum*.

Fuente: Elaboración propia

En relación al uso sobre sus propiedades, se encontró que 8.3 % fueron comestibles, el 20.8 % de las especies fueron no comestibles, 16.7 % son medicinales, 8.3% son no comestible medicinal, el 12.5% fueron no venenosos, el 4.2% no venenosos sin valor comestible, 4.2% no comestible no tóxico no venenoso, 4.2% no comestible tóxico venenoso, 4.2% no comestible tóxico, 8.3% comestible medicinal, 4.2% no comestible no venenoso y el 4.2% no se encontraron datos (Figura 3).

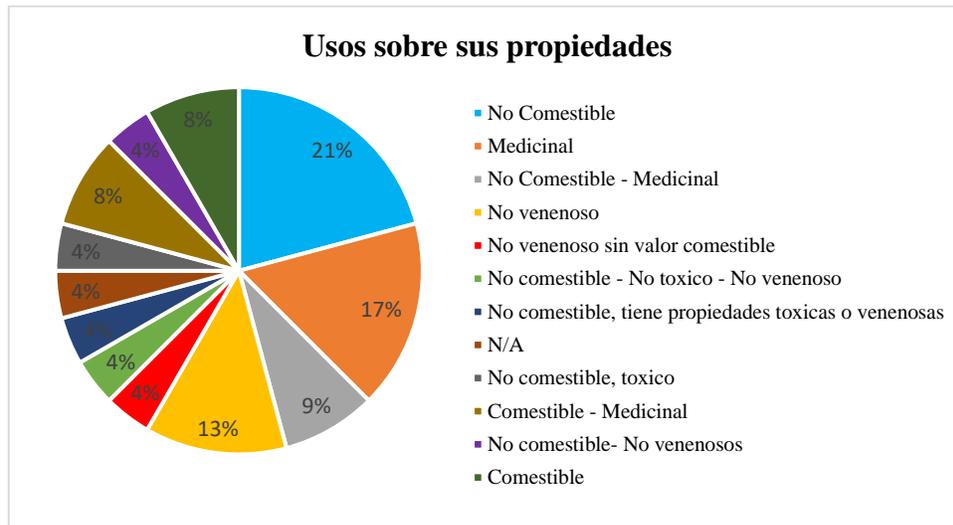


Figura 3. Porcentaje de acuerdo a su clasificación por usos.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al Índice de Margalef (IM), valores inferiores a 2.0 indican baja diversidad y mayores a 5.0 alta diversidad (Campo y Duval, 2014), el IM en el Resguardo Indígena Inga la Cristalina fue de 4.2 Así, de acuerdo a esos valores, se puede considerar que presenta una diversidad media.

En lo demostrado anteriormente se logró observar una predominancia de basidiomycetos de hábito sésil pertenecientes al orden Polyporales, asociados a madera en descomposición. La distribución de los hongos encontrados en el presente puede deberse a que la oferta de hojarasca en los lugares de colección fue escasa con respecto a la madera, lo cual induce una selección por aquellos hongos con mayor potencial enzimático degradador de sustancias aromáticas como los basidiomycetos (Leonowicz *et al.*, 1999).

Los miembros de los órdenes Agaricales y Polyporales se adaptan particularmente bien a las condiciones cambiantes de temperatura, humedad relativa y pluviosidad utilizando estrategias de dispersión asociadas al viento y a la lluvia (Lodge *et al.*, 2004). La fructificación de los macrohongos es fuertemente influenciada por la temperatura y la lluvia (Baptista *et al.*, 2010).

Conclusiones

Los bosques del resguardo se ubican en la región amazónica de Colombia, como lo evidencia su clima cálido y húmedo anual. En la zona de estudio predominaron los hongos de los órdenes Polyporales y Agaricales siendo los hongos basidiomicetos de hábito sésil pertenecientes a la familia Polyporaceae los mejores representados. Los géneros más abundantes fueron *Trametes* y *Auricularia*.

Aunque los resultados encontrados corresponden sólo a la temporada de lluvias, los índices de diversidad obtenidos justifican llevar a cabo más estudios a fin de poder hacer propuestas y medidas para la conservación y manejo de estos recursos naturales.

De manera limitada, en la zona de estudio se puede favorecer el aprovechamiento de algunas de las especies comestibles encontradas.

Es necesario aumentar los estudios en hongos propios de la Amazonia para tener una visión de la diversidad y uso potencial de este grupo microbiano, sobre todo en ambientes boscosos que están impactados por el hombre.

La construcción del conocimiento científico y la enseñanza de la ciencia hacen parte de un proceso de construcción social, que busca la adquisición de capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes; con el fin de formarlos como ciudadanos con conocimiento científico.

Agradecimientos

A los habitantes del resguardo por amablemente permitirnos el ingreso a su territorio. Al profesor Juan Fernando Revelo Enríquez por su valioso trabajo y acompañamiento durante la fase de laboratorio.

Referencias

1. Baptista P, Martins A, Tavares R, Lino-Neto T. Diversidad y patrón de fructificación de macrohongos asociados con el castaño (*Castanea sativa*) en la región de Trás-os-Montes (noreste de Portugal), *Fungal Ecology* 2010; 3(1): 9-19.
2. Caiafa M.V., M. Gómez-Hernández, G. Williams-Linera, V. Ramírez-Cruz, 2017. Functional diversity of macromycete communities along and environmental gradient in a Mexican seasonally dry tropical forest. *Fungal Ecology* 28: 66-75.
3. Campo, A.M., V.S. Duval. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel

- (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 34 (2): 25-42.
4. Cano-Estrada, A., L. Romero-Bautista, 2016. Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición* 43 (1): 75-80.
 5. Hawksworth D., R. Lücking, 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. In: Heitman J., B. Howlett, P. Crous, E. Stukenbrock, T. James, N. Gow (eds.), *The fungal kingdom*. ASM Press, Washington, DC. Pp. 79-95.
 6. Herrera T, Ulloa M. 2004, *El reino de los hongos*, Editorial Progreso SA, México DF, pp 25-28.
 7. Jiménez-Ruiz, M., J. Pérez-Moreno, J. Almaraz-Suárez, M. Torres-Aquino, 2013. Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4: 199-213.
 8. Leonowicz A, Matuszewska A, Luterek J, Ziegenhagen D, Wojtaœ-Wasilewska M, Cho N, Hofrichter M, Rogalski J. Biodegradation of lignin by White rot fungi, *Fungal Genetics and Biology* 1999; 27:175-185.
 9. Lodge DJ, Ammirat JF, O'Dell TE, Mueller GM, Huhndorf SM, Wang C, Stokland J, Schmit JP, Ryvarden L, Leacock P, Mata M, Umaña L, Wu Q, Czederpiltz DL. 2004, *Macrohongos terrestres y lignícolas*, En: *Biodiversidad de hongos: métodos de inventario y seguimiento*, Eds. Mueller, G., Bills, G., Foster, M., Elsevier Inc., San Diego, págs. 127-172.
 10. Mahecha-Vásquez, G., S. Sierra, R. Posada, 2017. Diversity indices using arbuscular mycorrhizal fungi to evaluate the soil state in banana crops in Colombia. *Applied Soil Ecology* 109: 32-39.
 11. Salmenes, D., G. Mata, 2013. Ceparios de hongos de México. In: *Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural*. Sánchez, J.E., G. Mata (eds.), 1ª Edición. ECOSUR-INECOL, Tapachula. Pp. 69-77.
 12. Vázquez, S., R. Valenzuela, R.F. del Castillo, 2016. Macromicetos lignícolas de la Sierra Norte de Puebla, México, con notas sobre su distribución altitudinal. *Acta Botánica Mexicana* 114: 1-14.
 13. Villarreal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umana, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt

Anexo 1. Lista de especies de hongos colectados y su clasificación taxonómica.



Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Polyporales

Familia

Polyporaceae

Genero

Lentinus

Nombre científico

Lentinus tigrinus

Nombre Común

Pano tigrado

Clasificación

No venenoso

Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Agaricales

Familia

Mycenaceae

Genero

Xeromphalina

Nombre científico

*Xeromphalina
campanella*

Nombre Común

Trompeta dorada

Clasificación

No venenoso sin valor
comestible

Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Agaricales

Familia

Tubariaceae

Genero

Tubaria

Nombre científico

Tubaria furfuracea

Nombre Común

Tubaria casposa

Clasificación

No comestible



Filo	Filo	Filo
Basidiomycota	Basidiomycota	Basidiomycota
Clase	Clase	Clase
Agaricomycetes	Agaricomycetes	Agaricomycetes
orden	orden	orden
Polyporales	Polyporales	Polyporales
Familia	Familia	Familia
Polyporaceae	Polyporaceae	Polyporaceae
Genero	Genero	Genero
Trametes	<i>Trametes</i>	<i>Trametes</i>
<i>Trametes sp1</i>	<i>Trametes sp2</i>	Trametes ochracea
Nombre Común	Nombre Común	Nombre Común
Corchete ocre	Corchete ocre	Corchete ocre
Clasificación	Clasificación	Clasificación
Medicinal	Medicinal	No comestible, Medicinal



Filo	Filo	Filo
<i>Basidiomycota</i>	Basidiomycota	Basidiomycota
Clase	Clase	Clase
Agaricomycetes	Agaricomycetes	Agaricomycetes
orden	orden	orden
Polyporales	Agaricales	Polyporales
Familia	Familia	Familia

Meruliaceae	Schizophyllaceae	Polyporaceae
Genero	Genero	Genero
<i>Mycorrhaphium</i>	<i>Schizophyllum</i>	<i>Panus</i>
Nombre Científico	Nombre Científico	Nombre Científico
<i>Mycorrhaphium adustum</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Panus neostrigosus</i>
Nombre Común	Nombre Común	Nombre Común
N/A	Seta lanosa	N/A
Clasificación	Clasificación	Clasificación
No comestible	Medicinal	No comestible



Filo
Basidiomycota
Clase
Agaricomycetes
orden
Auriculariales
Familia
Auriculariaceae
Genero
Auricularia
Nombre Científico
Auricularia auricula-judae
Nombre Común



Filo
Basidiomycota
Clase
Agaricomycetes
orden
Polyporales
Familia
Polyporaceae
Genero
Pycnoporus
Nombre Científico
Pycnoporus sanguineus
Nombre Común



Filo
Ascomycota
Clase
Sordariomycetes
orden
Xylariales
Familia
Xylariaceae
Genero
kretzschamaria
Nombre Científico
Kretzschmaria deusta
Nombre Común

Orejas de judas

Hongo de sangre

Hongo del tizón de la
madera

Clasificación

Comestible medicinal

Clasificación

No comestible,
Medicinal

Clasificación

No comestible, No toxico,
No venenoso



Filo

Basidiomycota

Filo

Basidiomycota

Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

Clase

Agaricomycetes

Clase

Agaricomycetes

orden

Polyporales

orden

Polyporales

orden

Agaricales

Familia

Polyporaceae

Familia

Polyporaceae

Familia

Tricholomataceae

Genero

Neofavolus

Genero

Trametes

Genero

Clitocybe

Nombre Científico

Neofavolus alveolaris

Nombre Científico

Trametes versicolor

Nombre Científico

Clitocybe fragrans

Nombre Común

Pie de sombrero

Nombre Común

Cola de pavo

Nombre Común

Clitocibe oloroso

Clasificación

No comestible

Clasificación

No comestible, No
venenoso

Clasificación

Comestible



Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Agaricales

Familia

Psathyrellaceae

Genero

Coprinellus

Nombre Científico

*Coprinellus
disseminatus*

Nombre Común

Pie de libre

Clasificación

Comestible



Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Hymenochaetales

Familia

Repetobasidiaceae

Genero

Cotylidia

Nombre Científico

Cotylidia diaphana

Nombre Común

Copa de cristal

Clasificación

No comestible, tiene
propiedades toxicas o
venenosas



Filo

Basidiomycota

Clase

Agaricomycetes

orden

Agaricales

Familia

Mycenaceae

Genero

Cruentomyцена

Nombre Científico

*Cruentomyцена
viscidocruenta*

Nombre Común

N/A

Clasificación

N/A



Filo	Filo	Filo
Basidiomycota	Ascomycota	Basidiomycota
Clase	Clase	Clase
Agaricomycetes	Pezizomycetes	Agaricomycetes
orden	orden	orden
Agaricales	Pezizales	Agaricales
Familia	Familia	Familia
Hygrophoraceae	Sarcoscyphaceae	Marasmiaceae
Genero	Genero	Genero
<i>Humidicutis</i>	<i>Cookeina</i>	<i>Marasmius</i>
Nombre Científico	Nombre Científico	Nombre Científico
<i>Humidicutis marginata</i>	<i>Cookeina tricholoma</i>	<i>Marasmius siccus</i>
Nombre Común	Nombre Común	Nombre Común
Sombrerito amarillo	Copitas	Rehilete Naranja
Clasificación	Clasificación	Clasificación
No comestible, toxico	Medicinal	No venenoso



Filo
Basidiomycota
Clase
Agaricomycetes
orden
Auriculariales
Familia
Auriculariaceae



Filo
Basidiomycota
Clase
Tremellomycetes
orden
Tremellales
Familia
Tremellaceae



Filo
Ascomycota
Clase
Pezizomycetes
orden
Pezizales
Familia
Sarcoscyphaceae

Genero

Auricularia

Nombre Científico

*Auricularia
fuscosuccinea*

Nombre Común

Oreja de palo

Clasificación

No venenoso

Genero

Tremella

Nombre Científico

Tremella fuciformis

Nombre Común

Oreja de nieve

Clasificación

Comestible,
propiedades
medicinales

Genero

Cookeina

Nombre Científico

Cookeina speciosa

Nombre Común

Copa de orquídea

Clasificación

No comestible

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

ESTABLECIMIENTO PRELIMINAR DE CULTIVO DE *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (DIPTERA: STRATYIOMIDAE) PARA PROCESAMIENTO DE MATERIA ORGANICA EN MOCOA-PUTUMAYO

Preliminary establishment of cultivation of *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomidae) for processing organic matter in Mocoa-Putumayo

Ederson Alejandro Jaramillo Timaran^{1*}, Keiner Sebastian Jaramillo Timaran¹

¹Semillero de Investigación en Ecología y Recursos Amazónicos (SIRGEAM). Instituto Tecnológico del Putumayo. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Barrio Luis Carlos Galán, Mocoa-Putumayo.

*ederson.jaramillo@itp.edu.co

Recibido: 22 de noviembre 2023. Aceptado: 16 de diciembre de 2023

Resumen

La producción de desechos sólidos en todo el mundo abarca alrededor de 1700 millones de toneladas, dentro de estos existe un porcentaje superior de desechos orgánicos frente a los inorgánicos. Estos son dispuestos en su gran mayoría por métodos tradicionales como vertederos y compostaje, sin embargo, nuevas tecnologías han reaparecido para el tratamiento de los mismos; como lo son el uso de organismos para su biodegradación. La mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) es un insecto que ha tomado relevancia en la degradación de diferentes desechos orgánicos. A través de un primer ensayo experimental se pretende establecer un cultivo preliminar de (*Hermetia illucens*) en condiciones ambientales locales en la ciudad de Mocoa-Putumayo, realzando su uso potencial en el procesamiento de materia orgánica.

Palabras Clave: mosca soldado negra, residuos orgánicos, degradación, bioconversión.

Abstract

Solid waste production worldwide amounts to approximately 1.7 billion tons, with a higher percentage of organic waste than inorganic waste. The vast majority of solid waste is disposed of using traditional methods such as landfills and composting; however, new technologies have emerged for its treatment, such as the use of organisms for its biodegradation. The black soldier fly (*Hermetia illucens*) is an insect that has gained importance in the degradation of various organic wastes. Through an initial experimental trial, we aim to establish a preliminary culture of *Hermetia illucens* under local environmental conditions in the city of Mocoa-Putumayo, highlighting its potential use in the processing of organic matter.

Keywords: black soldier fly, organic waste, degradation, bioconversion.

Introducción

En el mundo, alrededor de 1700 millones de toneladas de alimentos se desperdician a lo largo de la cadena alimentaria, produciendo desechos que impactan en un nivel económico, ambiental y por ende en costos sociales (Chen *et al.*, 2020; FAO, 2014). Muchos de estos alimentos son difíciles de recuperar para su utilización por características como inestabilidad biológica, potencialidad patógena y auto oxidación rápida (Varelas., 2019), por lo que merecen mayor atención en la disposición final de estos residuos y su procesamiento reutilizable. La cantidad de desechos producidos se presenta de manera diferencial, por ejemplo, según (Cardona *et al.*, 2004), en Colombia se presenta un 65% en producción de desechos orgánicos, en contraste con el 35% correspondiente a desechos inorgánicos; en este sentido referenciando una mayor producción de residuos con carácter biodegradable (Rojas *et al.*, 2020).

La disposición de estos residuos mediante la incineración y el vertido siguen siendo los principales medios para la gestión de desechos de alimentos, así como aquellos basados en un único bioproceso (Alibardi *et al.*, 2020); no obstante diferentes alternativas biológicas como la digestión anaeróbica, el compostaje aeróbico, la fermentación de bioetanol, la fermentación de alimentos entre otros, han fomentado un interés creciente como alternativas de procesamiento de residuos (Ma & Liu., 2019; Cardona *et al.*, 2004). Dentro de estas nuevas alternativas, el uso de organismos vivos ha tomado relevancia para la bioconversión de residuos, la cual se da mediante la producción en masa de insectos como: mosca doméstica, gusano de la harina, escarabajos, langostas, saltamontes, grillos y gusanos de seda (Varelas., 2019; Makkar *et al.*, 2014). Así mismo, el uso de nuevos organismos como *Hermetia illucens* da la apertura a tecnologías enfocadas en la bioconversión de residuos, en vista de su capacidad de consumir diferentes fuentes de alimentos orgánicos (Surendra *et al.*, 2020), así como de su capacidad para desarrollarse en una amplia diversidad de materia orgánica (Gobbi, F., 2012).

Conocida comúnmente como “Mosca Soldado Negra”, *Hermetia illucens* es un díptero perteneciente a la familia Stratiomyidae distribuida alrededor del mundo, con principal presencia en zonas neotropicales (Gobbi, F., 2012). Una de las ventajas principales de esta especie radica en su etapa de adulto; la cual no se considera potencial transportador de enfermedades debido a que no se alimenta y por tanto no requiere de cuidados particulares (Makkar et al., 2014). Además, en condiciones óptimas de desarrollo las larvas son altamente detritívoras, con alta eficiencia en la reducción de patógenos y con procesamiento rápido de gran cantidad de residuos orgánicos (Dobermann et al., 2019).

En Colombia, los trabajos llevados a cabo sobre este organismo involucran estudios de análisis composicional de la harina extraída de la mosca soldado (Arango et al., 2004), así mismo en estudios académicos y científicos que abordan el uso de alternativas de producción para alimento animal (Rodríguez, A., 2020; Arroyave et al., 2019). Investigaciones como el de (Giraldo et al., 2019) muestran el potencial de *Hermetia illucens* para desarrollarse sobre pulpa de café en condiciones determinadas; sin embargo, los estudios realizados en torno al establecimiento de colonias domésticas de este organismo y su utilidad para la bioconversión de materia orgánica aún se ven parcialmente limitadas. En ese sentido, mediante este trabajo se busca establecer un cultivo preliminar de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en condiciones ambientales locales, realizando su uso potencial en el procesamiento de materia orgánica.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en la vereda “El Porvenir” del municipio de Mocoa en el departamento de Putumayo-Colombia. Este departamento se encuentra ubicado al sur-occidente del territorio colombiano, siendo en su mayoría una región por encima de los 900 msnm con características paisajísticas de Piedemonte y Llanura Amazónica (CORPOAMAZONIA., 2011). El municipio de Mocoa es la capital y una de las ciudades principales del departamento que se ubica en las coordenadas de: Latitud 1° 09´ norte y longitud 76° 38´ oeste, con una altura media de 650 msnm y con una temperatura media anual 22°C, prevaleciendo el clima templado-húmedo (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>). En su extensión de aproximadamente 1263 Km² predominan geo formas que abarcan laderas altas de cordillera hasta planicies ligeramente onduladas.

Durante los meses de septiembre a diciembre de 2020 se estableció un proceso de domesticación de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (Figura 1), a través del desarrollo preliminar de un cultivo doméstico. Mediante una trampa de captura tubular al aire libre de 50cm de alto por 30 cm de diámetro, se dispuso material orgánico en descomposición para la oviposición de la mosca y posterior recolección de larvas silvestres. Transcurridos veinte días se procedió a realizar la recolección mediante búsqueda dentro de la materia orgánica y confirmación de

las larvas contrastado con el trabajo de (Gobbi, F., 2012), en donde se describe características principales para su identificación.



Figura 1: Mosca Adulto *Hermetia illucens*.

Para la obtención de la primera generación y establecimiento del ciclo completo, las larvas recolectadas de la trampa se dispusieron en un recipiente plástico de 33cm*26cm*13cm en sus dimensiones, con material orgánico para su alimentación; y a su vez este recipiente se ubicó sobre un arenero con dimensiones de 50cm*50cm*10cm (Figura 2), para el paso de estadios pre pupa, pupa y adulto. El montaje se instaló dentro de un recinto cerrado para desarrollo de 180cm*180cm*100cm en sus dimensiones (Figura 3, A) y para la obtención y captura de adultos. Las moscas en su estadio adulto se capturaron y dispusieron en un mosquitero para apareamiento de 120cm*82cm*65cm de dimensiones (Figura 3, B) con la presencia de un recipiente humedecido con agua y una trampa para oviposición que contiene gallinaza fresca con un cartón corrugado de 10cm*3cm como unidad recolectora de huevos; similar al estudio hecho por (Tomberlin & Sheppard, 2002).



Figura 2. Montaje para maduración de larvas.



Figura 3: A) Recinto de maduración de larvas. B) Mosquitero de apareamiento.

Los huevos obtenidos de la primera fase de apareamiento se recolectaron, seleccionaron y se dividieron en dos recipientes plásticos con las mismas dimensiones y conteniendo cada uno 100 huevos. El montaje se dispuso sobre areneros de similares medidas, con disposición de alimento fresco cada tres días teniendo en cuenta los requerimientos durante el desarrollo. Durante todo el proceso de control de crecimiento se registró la longitud diaria de las larvas hasta su estadio de pupa, seleccionando cada día 3 larvas de manera aleatoria las cuales procedían a ser medidas. Las variables meteorológicas de la zona se obtuvieron mediante el sistema de información para la gestión de datos hidrológicos y meteorológicos (DHIME) de la plataforma del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM a través de la estación meteorológica Acueducto Mocoa ubicada en las coordenadas Latitud 1,15 y longitud -76,6.

Resultados y Discusión

A partir de la búsqueda en la trampa de ovoposición al aire libre, se extrajeron 300 larvas de diferentes estadios las cuales fueron usadas como parentales para la obtención del ciclo completo.

Se obtuvo el desarrollo efectivo del ciclo de la mosca soldado negra, partiendo de huevos hasta llegar al estadio de pupa de las muestras de 100 huevos. Durante este periodo se registraron longitudes referentes al tamaño de crecimiento de las larvas de las dos muestras, en las cuales se evidencia un crecimiento ascendente en los primeros estadios de la larva, seguidamente de un establecimiento constante en la medida de longitud cuando la larva llega al estadio de pupa al día 20 ± 1 . (Grafica 1). Adicional se registró fotográficamente el cambio de estadios de la larva a lo largo de su desarrollo (Figura 4), evidenciando que se efectuó de manera efectiva su paso por los diferentes estadios hasta pupa.



Grafica 1: Control de crecimiento



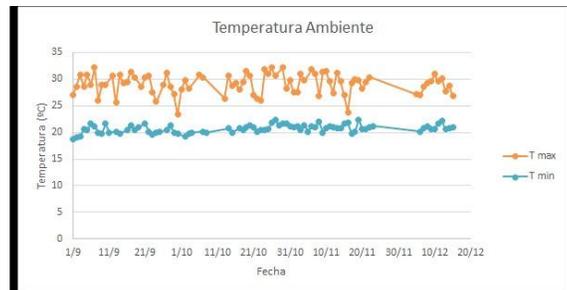
Figura 4: Cambio de estadios de larva de mosca soldado negra.

Se obtuvo la gráfica representativa de las variaciones meteorológicas referente a la temperatura ambiente (Grafica 2) durante el tiempo de desarrollo del trabajo, y la humedad promedio histórico 2011-2020 debido a que las medidas de humedad durante el tiempo de desarrollo de proyecto no fueron registradas en el sistema informativo meteorológico (Grafica 3). Se registra una temperatura promedio de 25°C, en la cual el desarrollo de las diferentes etapas de la larva se dio efectivamente; esto acorde con el estudio de (Chia *et al* 2018) en donde se evidencia estándares de temperatura para el desarrollo óptimo en las diferentes etapas de la larva que oscilan entre los 25°C y los 30°C.

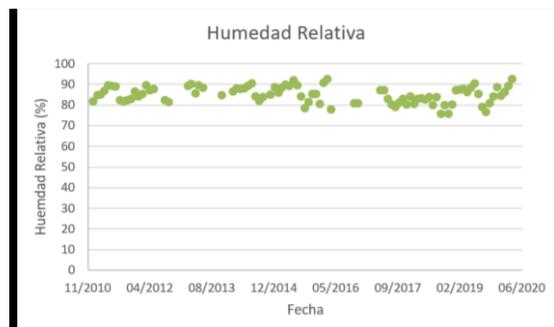
En este sentido, se referencia que la temperatura a las cuales se desarrolló el presente trabajo, fomentan ser condiciones propicias para el establecimiento de la mosca soldado negra. Adicional a esto, se evidencia que las longitudes de las larvas tomadas en este estudio concuerdan con (Salomone *et al.*, 2017) en donde se referencian longitudes similares de desarrollo óptimo.

Además, referente a la variable de humedad se reporta en el estudio de (Salomone *et al.*, 2017) que existe un óptimo de crecimiento dentro del intervalo de 50% y 70%

de humedad; y en contraste, en el presente estudio se registra una humedad relativa promedio de 85%. Esto señala que la mosca soldado negra posee una adaptación amplia a diferentes variables. Acorde a los resultados de crecimiento obtenidos en el estudio, se explica que aunque los porcentajes de humedad divergen respecto a los previamente registrados por otro autores; la adaptabilidad de la mosca soldado negra a la humedad relativa local de la ciudad de Mocoa-Putumayo fomenta ser efectiva para el establecimiento de un cultivo controlado de la misma.



Grafica 2: Temperatura ambiente de la zona.



Grafica 3: Humedad promedio histórico 2011-2020

Dentro de otras consideraciones, es importante tener en cuenta que por la atracción de la materia orgánica en descomposición, los recipientes de desarrollo de larva mosca soldado negra pueden ser colonizados por otros organismos; situación evidenciada durante el desarrollo experimental del presente estudio. Sin embargo estudios como el de (*Dobermann et al., 2019*).afirman que el uso de la mosca soldado negra reduce significativamente el desarrollo de la mosca domestica común, además de algunos patógenos.

Conclusiones

Se evidencia el desarrollo de los diferentes estadios de la mosca soldado negra, infiriendo diseños y metodologías preliminares locales que permiten el establecimiento de un cultivo y ciclo doméstico.

Las condiciones meteorológicas de temperatura y humedad de la ciudad d Mocoa –Putumayo, son propicias para el crecimiento de la mosca soldado negra en condiciones de cautiverio.

La alimentación con desechos orgánicos provenientes de material vegetal, promueve un desarrollo normal en los tiempos y tamaños óptimos reportados en literatura; esto en sinergia con las variables meteorológicas locales.

Referencias

1. Alibardi, L., Astrup, T., Asunis, F., Clarke, W., De Gioannis, G., Dessì, P., Lens, P., Lavagnolo, M., Lombardi, L., Muntoni, A., Pivato, A., Poletini, A., Pomi, R., Rossi, A., Spagni, A., Spiga, D. 2020. Organic waste biorefineries: Looking towards implementation. *Waste Management*. 114, 274-286.
2. Arango, G., Vergara, R., Mejía, H. 2004. Análisis composicional, microbiológico, y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia illucens* L (Díptera: Stratiomyidae) en Angelopolis-Antioquia, Colombia. Medellín, Colombia.
3. Arroyave, O., Rengifo, J., Ochoa, A. 2019. Crecimiento de larvas de moscas soldado alimentadas con gallinaza, porcínaza, y alimento para ponedoras. *Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA*. 11(2): Artículo 730.
4. Cardona, C., Sánchez, O., Ramírez, J., Alzate, L. 2004. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. *Revista Colombiana de Biotecnología*. Vol. VI, Nº 2: 78-89.
5. Chen, T., Zhang, S., Yuan, Z. 2020. Adoption of solid organic waste composting product: A critical review. *Journal of Cleaner Production*. 272, 122712.
6. Chia SY., Tanga CM., Khamis FM., Mohamed SA., Salifu D., Sevgan S., et al. (2018). Threshold temperatures and thermal requirements of black soldier fly *Hermetia illucens*: Implications for mass production. *PLoS ONE*. 13(11): e0206097.
7. Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia-CORPOAMAZONIA. 2011. Caracterización ambiental plan departamental de agua departamento del Putumayo-PDA. www.corpoamazonia.gov.co
8. Dobermann, D., Field, L., Michaelson, L. 2019. Using *Hermetia illucens* to process Ugandan waragi waste. *Journal of Cleaner Production*. 211 303-308.
9. Food and Agriculture Organization of United Nations-FAO. 2014. Food Waste, Mitigation of Societal Cost and Benefits. www.fao.org
10. Giraldo, M., Rodríguez, N., Benavides, P. 2019. Uso potencia de *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (Díptera: Stratiomyidae) para transformación de pulpa de café: aspectos biológicos. *Cenicafe*. 70 (2): 80-90.
11. Gobbi, F. 2012. Biología reproductiva y caracterización morfológica de los estadios larvarios de *Hermetia illucens* (L., 1758) (Díptera: Stratiomyidae).

- Bases para su producción masiva en Europa. Universidad de Alicante. Tesis doctoral.
12. Ma, Y., Liu, Y. 2019. Turning food waste to energy an sources toward a great environmental and economic sustainability: An innovative integrated biological approach. *Biotechnology Advances*. 37, 107414.
 13. Makkar, H., Tran, G., Heuz, Valerie., Ankers, P. 2014. State of the art on use of insects as animal feed. *Animal feed science and technology*. 197, 1-33.
 14. Rodriguez, Ana-Maria. 2020. Propuestas de alternativas de producción de proteína para alimentación animal a partir de insectos en Colombia. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Tesis para el programa Tecnología de Alimentos.
 15. Rojas, J., Monge, Y., Herrera, A. 2020. Management and use of organic solid waste during the period 2013-2016 at Universidad Nacional. *Uniciencia*. Vol.34, Nº 1: 60-73.
 16. Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., Savastano, D. 2017. Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*. 140, 890-905.
 17. Surendra, K., Tomberlin, J., Huis, A., Cammack, J., Heckman, L., Khanal, S. 2020. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potencial of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management*. 117, 50-80.
 18. Tomberlin, J & Sheppard, D. 2002. Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *J. Entomol. Sci*. Vol. 37, Nº 4.
 19. Varelas, V. 2019. Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*. 5, 81.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

IMPACTO FINANCIERO POR LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN PANDEMIA, ITP SEDE MOCOA 2019-2020

Financial impact of student dropouts during the pandemic, ITP Mocoa campus 2019-2020

Diego Arciniegas Goyes^{1*}, Maria Ortegón Córdoba¹

¹Facultad de administración, ciencias contables y económicas. Instituto Tecnológico del Putumayo. Colombia

[*diegoarciniegas2020@itp.edu.co](mailto:diegoarciniegas2020@itp.edu.co)

Recibido: 22 de noviembre 2023. Aceptado: 16 de diciembre de 2023

Resumen

El presente estudio se realizó en el Instituto Tecnológico del Putumayo, Institución pública de educación superior comprometida con el desarrollo regional, dedicada a la formación de tecnólogos y profesionales a través de ciclos propedéuticos. El objetivo principal de este estudio es recopilar y analizar la información referente a la matrícula académica del Instituto en los años 2019- 2020 y realizar la comparación de los ingresos por servicios educativos de estos años. El estudio presenta un análisis de la deserción estudiantil y el impacto financiero en el Instituto Tecnológico del Putumayo tomando como referente el año 2020 catalogado como año de la pandemia COVID 2019. Esta investigación contempló dos etapas: una recopilación de la información sobre deserción y el balance financiero, a través de la cual se determinó el estado de la deserción, y otra analítica, que permitió comparar el comportamiento económico de los años 2019 y 2020 tanto en el nivel tecnológico como en el nivel profesional. Los resultados permitieron establecer que la deserción el año 2020 fue baja, solo registró en conjuntamente en la tecnología y la profesionalización de 8.3%, a pesar de la situación de salud, cambio de modalidad educativa y dificultad económica de la comunidad. Además, permite determinar que por causa de la pandemia en el año 2020 se registró un incremento bajo de deserción estudiantil y el Instituto se vio afectado económicamente en forma leve.

Palabras clave: impacto Financiero, Instituto Tecnológico, deserción, pandemia

Abstract

The present study was done at the Instituto Tecnológico del Putumayo, a public institution of superior education, compromised with regional growth, dedicated to the formation of technologists and professionals throughout propaedeutics cycles. This study's principal objective is to collect and analyze information related to the institution academic enrollment. The study presents an analysis of student dropout and the financial impact on The Instituto Tecnológico del Putumayo, taking as a reference the year 2020 cataloged as the year of the COVID 2019 pandemic. This research included two stages: a compilation of information on dropout and the balance financial, through which the state of desertion was determined, and other analytics, which compare the economic behavior of the years 2019 and 2020 both at the technological level and at the professional level. The results allowed to establish that the drop-out in 2020 was low, only registered in technology and professionalization of 8.3%, despite the health situation, change of educational modality and economic difficulty of the community. In addition, it allows determining that due to the pandemic in 2020 there was a low increase in student dropouts and the Institute was economically affected slightly.

Keywords: Financial impact, Technological Institute, desertion, pandemic

Introducción

El presente estudio se realizó en el Instituto Tecnológico del Putumayo en Mocoa se aborda el tema de la deserción estudiantil, "entendida no sólo como el abandono definitivo de las aulas de clase, sino como el abandono de la formación académica, independientemente de las condiciones y modalidad de presencial, es decisión personal del sujeto y no obedece a un retiro académico forzoso". (Paramo G. & Correa Maya C., 2012).

El Instituto Tecnológico del Putumayo, creado como una Institución de Educación Superior mediante Ley 65 de diciembre 11 de 1989 como establecimiento público, de carácter académico del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, adscrito al Ministerio de Educación Nacional, con dominio y sede principal en Mocoa y subsede en Sibundoy. Mediante Ordenanza No. 471 de mayo 19 de 2006 se incorporó al Departamento del Putumayo de acuerdo a lo ordenado en el art. 20 Ley 790/2002 y el D.R. 1052/2006. La autonomía está consagrada en la Constitución Política, la Ley 30/1992, la Ley 489/1998 y demás normas legales. Redefinida mediante Resolución 4236 del MEN del 26 de julio de 2007

para ofrecer programas por ciclos propedéuticos. (Instituto Tecnológico del Putumayo, 2021)

Aunque actualmente la definición de deserción estudiantil continúa en discusión, existe consenso en precisarse como un abandono que puede ser explicado por diferentes categorías de variables: socioeconómicas, individuales, institucionales y académicas. Sin embargo, la forma de operacionalizar depende del punto de vista desde el cual se haga el análisis; esto es, individual, institucional y estatal o nacional. (Guzmán C., Durán D., Gallego J. F., Castaño E., Gallón S., Gómez K., Vásquez J., 2009)

En el año 2019 se identificó la presencia de un Coronavirus (COVID-19) que ha sido catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una pandemia o emergencia en salud pública de importancia internacional (ESPII). Se identificaron casos en todos los continentes y el 6 de marzo del 2020 se confirmó el primer caso en Colombia. (Ministerio de Salud, 2021).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, alrededor de 70% de la población estudiantil del mundo se está viendo afectada, con un detrimento de la calidad de las clases recibidas online, que no es la misma que la de las clases presenciales; donde se menciona que "con el cambio a las clases online, se les debería devolver como mínimo un tercio de lo que pagaron" (Unesco lesalc, 2020)

Ante la situación presentada por la pandemia el Gobierno Nacional optó por otras fuentes de financiamiento y por la estrategia del gobierno nacional denominada matrícula cero, el cual fue expedido por, el Decreto Legislativo 662 "Por el cual se crea el Fondo Solidario para la Educación y se adoptan medidas para mitigar la deserción en el sector educativo provocada por el Coronavirus COVID-19, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica". (Ministerio de Educación, 2020). El análisis permitió evidenciar que a pesar de la pandemia se presentó un leve decremento económico por la baja deserción estudiantil presentada en el 2020.

Metodología

La investigación fue de carácter cuantitativo, con paradigma positivista, analítica y descriptiva, para lo cual se recopiló la información que suministro la oficina de registro y control académico y del área contable del Instituto Tecnológico del Putumayo, el cual fue la población objeto de estudio, se recolectó la información mediante solicitud escrita, donde se interpreta los resultados de los ciclos tecnológico y profesional de los periodos 2019-2020 a través de un comparativo.

Resultados y discusión

Deserciones años 2019-2020

Con la información obtenida del Instituto Tecnológico del Putumayo referente a la deserción y el impacto económico que se dio en el año 2020 en el cual se vivió la pandemia por el COVID-19, se encontró que el ciclo tecnológico en el periodo 2019-1, un total de 262 estudiantes abandonaron el semestre, comparado con el 2020-1 donde 228 estudiantes se retiraron, lo cual significó una disminución de 34 estudiantes, igualmente, en el periodo 2019-2, donde 242 estudiantes decidieron retirarse del semestre, comparado con el semestre 2020-2 en que 118 desertaron, por ende significa una disminución de 114 estudiantes, es decir que en el 2019 a pesar que no existía la pandemia se presentó mayor deserción.

Tabla 1.

Deserción estudiantil ciclo tecnológico

Periodo	Total, Matricula	Nivel Retención	Nro. Desertores	% Deserción
2019-1	2075	1813	262	12,6%
2019-2	1977	1735	242	12,2%
2020-1	2128	1900	228	10,7%
2020-2	2129	2011	118	5,5%

Fuente: registro y control ITP

Dando como resultado que en el primer periodo del 2019-2 en el ciclo tecnológico se vio más afectado el Instituto por mayores deserciones registradas. En el periodo 2020-2 se obtuvo un menor porcentaje de deserción lo cual favorece para la institución y la comunidad puesto que hubo mayor inscripción de estudiantes.

Según información suministrada por el Instituto en el ciclo profesional, se observa que el mayor número de deserción estudiantil del ciclo profesional en el periodo 2019-1, donde 29 estudiantes abandonaron el semestre, comparado con el 2020-1 donde 21 estudiantes se retiraron, lo cual significa una disminución de 8 estudiantes, igualmente, en el periodo 2019-2, un total de 24 estudiantes decidieron retirarse del semestre, comparado con el semestre 2020-2 en que 15 desertaron, lo cual significa una disminución de 9 estudiantes, es decir que en el 2019 a pesar que no existía la pandemia se presentó mayor deserción.

Tabla 2.

Deserción estudiantil ciclo profesional

Periodo	Total, Matricula	Nivel Retención	Nro. Desertores	% Deserción
2019-1	445	416	29	6,5%
2019-2	474	450	24	5,1%
2020-1	474	453	21	4,4%
2020-2	541	526	15	2,8%

Fuente: registro y control ITP

Al analizar los resultados del ciclo profesional en el primer periodo del 2019-1 fue más afectado el Instituto por mayores deserciones registradas, en cambio en el periodo 2020-2 se obtuvo un menor porcentaje de deserción.

Ingresos por matrículas de los años 2019-2020

Según la información obtenida del área financiera del Instituto Tecnológico del Putumayo, en el año 2019 se tuvo un total de ingreso por servicios educativo por \$ 3.435.687, discriminados por concepto de matrículas del ciclo tecnológico \$ 2.243.380 por matrículas del ciclo profesional \$ 934.764 y por otros servicios educativos como diplomado y seminarios de grado \$ 257.543.

En el año 2020 se tuvo un total de ingreso por servicios educativos de \$5.958.834, por matrículas del ciclo tecnológico \$4.446.788, por matrícula del ciclo profesional \$1.254.503 y por otros servicios educativos \$257.543. Analizando los ingresos educativos se puede concluir que en comparación del año 2020 se tuvo un incremento económico del 1.6% comparado con los ingresos del año 2019 correspondiente a \$ 2.523.147

Tabla 3

Ingresos educativos

Año	Ciclo Tecnológico	Ciclo Profesional	Otros Servicios	Total
2019	\$ 2.243.380	\$ 934.764	\$ 257.543	\$ 3.435.687
2020	\$ 4.446.788	\$ 1.254.503	\$ 257.543	\$ 5.958.834

Fuente: Área financiera del ITP

Una de las razones por las cuales se registró este incremento se debe al decreto denominado matrícula cero el cual benefició a estudiantes de estratos 1,2 y 3, ocasionado por la pandemia COVID 19, este decreto favoreció a los estudiantes del Instituto Tecnológico del Putumayo ya que la mayoría pertenecen al estrato 1, 2 y 3, y como la población estudiantil que tiene el Instituto son de estos estratos se vieron muy beneficiados e incentivaron a jóvenes de la región a que se matricularon, lo cual incrementaron las matrículas por el ingreso de estudiantes.

Guzmán (2009) afirma que:

Las principales causas de la deserción se encuentran: a) la difícil situación económica, lo cual empuja a los jóvenes a dividir su tiempo entre el trabajo y el estudio, tanto para apoyar económicamente a sus familias como para financiar su matrícula; y b) la desorientación vocacional, que se presenta como otro factor significativo, lo que hace que los estudiantes vean incumplidas sus expectativas respecto al programa y abandonen sus estudios por lo general en los cuatro primeros semestres, lo que produce una deserción del 60 %. Otros factores importantes a la hora de desertar fueron la movilidad estudiantil, situaciones familiares y las condiciones institucionales.

El nuevo virus SARS-Cov2 (Ministerio de Salud, 2021), ha causado una severa pandemia a nivel mundial, desatando pánico y alarma universal, ha generado colapso del sistema sanitario en muchas regiones del planeta, por ser muy contagioso, causando miles de muertes especialmente en adultos mayores con comorbilidades como diabetes mellitus o hipertensión arterial. De los órganos, el sistema respiratorio es el más afectado, pero puede afectar a cualquier órgano del ser humano. Hasta la fecha no existe terapia específica ni vacuna. La mejor forma de prevenirlo es con la cuarentena, higiene con frecuente lavado de manos y la aplicación del distanciamiento social. (Maguiña, 2020).

Es de conocimiento público que las pandemias afectan áreas como la salud, la economía, el medio ambiente y por ende la educación, en esta investigación se

encontró que la baja deserción en el Instituto Tecnológico del Putumayo no tuvo incidencia en la parte económica por la ayuda que dio el gobierno a las instituciones de educación superior.

Respondiendo a la crisis del sector educativo como consecuencia de la pandemia y el movimiento "Matrícula Cero" (Ministerio de Educación., 2020) se creó el Fondo para la Educación mediante el Decreto Legislativo 662 del 14 de mayo de 2020, el cual destinará 97.500 millones de pesos para apoyar el pago de matrículas en universidades públicas. Pero los estudiantes aseguran que los recursos suministrados por el Fondo no fueron suficientes para garantizar la matrícula de los estudiantes de estratos 1 y 2 en sus Instituciones. (Ramírez D. y Gutiérrez J., 2020)

Los resultados obtenidos permiten determinar que en el año 2020 se evidenció una leve deserción, ya que solo 382 estudiantes abandonaron la academia, lo que se considera poca afectación en el recaudo de los ingresos de la organización, el COVID 19 (Ministerio de Salud, 2021) pudo contribuir a que se dieran cambios en la metodología de aprendizaje pasando de lo presencial a lo virtual sin afectar la deserción en el año 2020 significativamente , también se observa que el comportamiento de los ingresos de este año fueron de un total de \$ 5.958.834 con respecto al año anterior es un valor considerablemente alto que equivale a los estudiantes retenidos que gracias a los aportes del Gobierno nacional por medio de matrícula cero lo cual incentivó a los jóvenes de la región de bajos recursos a ingresar, retornar y permanecer en el Instituto.

La Ministra de Educación también se refirió a los requisitos que deberán cumplir los estudiantes que quieran hacer parte de la medida y explicó que son los mismos que se han establecido históricamente para el proceso de matrícula. Ella dijo "Es la información que normalmente se hace en las universidades públicas para tramitar la matrícula, porque hay unos valores por estrato socioeconómico (...) Se hizo el esfuerzo con el presidente y el ministro de Hacienda en este momento, no solo por responder un clamor y de escucha a la ciudadanía, sino también para poder tener el tiempo de hacer los trámites con las instituciones" (Angarita J., 2021).

La presente investigación contribuye al Instituto Tecnológico del Putumayo y a sus estudiantes, brindando conocimiento de los diferentes cambios que se han visto reflejados en los ingresos económicos y en las matrículas, por la deserción de algunos estudiantes que no se estuvieron conformes con la nueva modalidad de recibir sus clases y se han retirado, también miramos a los estudiantes que fueron afectados y decidieron retirarse por la llegada del virus COVID-19 (Ministerio de Salud, 2021).

Referencias

1. Angarita J. (2021). *RCN Radio*. Obtenido de 'Matrícula cero' es para todos los estudiantes de universidades públicas: Mineducación: <https://www.rcnradio.com/politica/matricula-cero-es-para-todos-los-estudiantes-de-universidades-publicas-mineducacion>
2. Guzmán C., Durán D., Gallego J. F., Castaño E., Gallón S., Gómez K., Vásquez J. (2009). *REVOLUCION EDUCATIVA COLOMBIA APRENDE*. Obtenido de deserción: https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_libro_desercion.pdf
3. Guzmán S.P. (2009). *DESERCIÓN Y RETENCIÓN ESTUDIANTIL EN LOS PROGRAMAS DE*. Obtenido de PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/425/edu54.pdf>
4. Instituto Tecnológico del Putumayo. (2021). Obtenido de <https://itp.edu.co/web2016/phocadownload/estatutos/EstatutoGeneral/ESTATUTO%20GENERAL%20a%20abril%202021.pdf>
5. Maguiña C., G. R. (JUNIO de 2020). *The new Coronavirus and Covid-19 pandemic*. Obtenido de Revista Medica Herediana: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2020000200125
6. Ministerio de Educación. (2020). *sala de prensa*. Obtenido de Ministerio de Educacion: https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-399446.html?_noredirect=1#:~:text=El%20pasado%2014%20de%20mayo,E con%C3%B3mica%2C%20Social%20y%20Ecol%C3%B3gica%22.
7. Ministerio de Salud. (2021). *nuevo coronavirus covid19*. Obtenido de <https://covid19.minsalud.gov.co/>
8. Paramo G. & Correa Maya C. (2012). *Deserción estudiantil universitaria conceptualización*. Obtenido de . Revista Universidad EAFIT, 35(114), 65-78.: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1075>
9. Ramírez D. y Gutiérrez J. (2020). *Comunicaciones CINEP/PPP*. Obtenido de <https://www.cinep.org.co/Home2/component/k2/818-matricula-cero-la-lucha-por-garantias-para-seguir-en-la-u-en-medio-de-la-pandemia.html#:~:text=Recientemente%2C%20respondiendo%20a%20la%20crisis,pago%20de%20matr%C3%ADculas%20en%20universidades>
10. Revelo Tovar., L.C., Ayala Guatusmal, L. & Montenegro, J. A. (2016). Sciteeweb, sistematización del cuestionario como instrumento de la técnica de la encuesta para los procesos investigativos en la Institución Universitaria CESMAG. Pasto, Colombia: Editorial Institución Universitaria CESMAG. Doi:10.15658/CESMAG16.010205
11. Unesco Iesalc. (2020). *Covid-19 y educación superior*. Obtenido de <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-060420-ES-2.pdf>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Moniliophthora roreri* (CIF & PAR) E INTENSIDAD DE LA MONILIASIS DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA AMAZONÍA COLOMBIANA

Morphological characterization of *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) and intensity of cacao moniliasis (*Theobroma cacao* L.) in the Colombian Amazon

Edgar Martínez-Moyano^{1*}, Lyda Constanza Galindo Rodríguez²

¹M.Sc. Laboratory of Plant Signal Transduction, Institute of Genetic Engineering and Molecular Biology (INGEBI), National Scientific and Technical Research Council (CONICET), Buenos Aires C1425FQB, Argentina

² Ph.D. Laboratorio de Micología y Fitoprotección, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonía, Florencia, Colombia

* nacionaledgar2012@gmail.com

Recibido: 29 de noviembre 2023. Aceptado: 20 de diciembre de 2023

Resumen

El basidiomycete *Moniliophthora roreri* es el agente etiológico causante de la moniliasis, una enfermedad de los frutos del cacao (*Theobroma cacao* L.) que constituye la principal limitante fitosanitaria para el establecimiento de nuevas plantaciones en Colombia. Este estudio tuvo como finalidad evaluar la incidencia y severidad de la moniliasis sobre *T. cacao* en la Amazonia colombiana. Para lograr este objetivo, se seleccionaron dos fincas, una de ellas ubicada en el municipio de San José del Fragua y otra en el municipio de Florencia (Caquetá). Para la evaluación de la incidencia en cada una de las fincas, se realizaron muestreos mensuales durante el periodo de transición y seco. De esta forma, se escogieron 50 plantas al azar de cada una de las fincas y se determinó el porcentaje de incidencia de la enfermedad para cada localidad. Posteriormente, de cada una de las 50 plantas se tomaron tres frutos al azar para evaluar la severidad interna y externa siguiendo la escala descrita para esta variable.

Para la incidencia, los valores más altos se evidenciaron en el municipio de San José del Fragua en el periodo de transición (media=56%) y los más bajos se evidenciaron en el municipio de Florencia en el periodo seco (media=22%); la mayor severidad tanto interna como externa la presentó la localidad de Florencia en el periodo de transición con valores medios de 3,53 y 3,32 respectivamente; mientras que los valores más bajos se observaron en la localidad de San José del Fragua en el periodo seco (media= 1,22). Para los factores evaluados (localidad y periodo) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Palabras clave: incidencia, moniliasis, severidad interna, severidad externa.

Abstract

The basidiomycete *Moniliophthora roreri* is the etiological agent that causes moniliasis, a disease of cocoa fruits (*Theobroma cacao* L.) that constitutes the main phytosanitary limitation for the establishment of new plantations in Colombia. The purpose of this study was to evaluate the incidence and severity of moniliasis on *T. cacao* in the Colombian Amazon. To achieve this objective, two farms were selected, one of them located in the municipality of San José del Fragua and another in the municipality of Florencia (Caquetá). For the evaluation of the incidence in each of the farms, monthly samplings were carried out during the transition and dry season. In this way, 50 plants were chosen at random from each of the farms and the percentage of incidence of the disease for each locality was determined. Subsequently, three fruits were randomly taken from each of the 50 plants to evaluate internal and external severity following the scale described for this variable.

For the incidence, the highest values were evidenced in the municipality of San José del Fragua in the transition season (mean=56%) and the lowest values were evidenced in the municipality of Florencia in the dry season (mean=22%). ; the highest severity, both internal and external, was presented by the town of Florencia in the transition period with mean values of 3.53 and 3.32, respectively; while the lowest values were observed in the locality of San José del Fragua in the dry season (mean= 1.22). For the factors evaluated (locality and season) significant statistical differences were found ($p < 0.05$).

Keywords: incidence, moniliasis, internal severity, external severity.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es nativo de los trópicos húmedos (Enríquez, 1987), principalmente de la cuenca alta del río Amazonas entre Perú, Ecuador y Colombia sobre los ríos afluentes Caquetá, Napo y Putumayo (Baker *et al.*, 1992) posee una gran diversidad genética (Santos *et al.*, 2012). Actualmente es uno de los cultivos tropicales de mayor importancia a nivel mundial (ICCO, 2019) ambiental, social y

económico (Hebbar, 2007), debido a que es un producto de la canasta familiar de alto contenido nutricional (Gómez *et al.*, 2011).

Además, tiene un gran potencial en la elaboración de dulces, medicina y cosméticos (Quiñones *et al.*, 2013), debido a los beneficios que este posee. La mayor producción de este cultivo es generada por pequeños productores, siendo esta una actividad principalmente familiar (Hebbar, 2007), es cultivado principalmente en toda la zona tropical que está comprendida entre los 18° norte y 15° sur del ecuador geográfico (Santos *et al.*, 2012). Según la organización ICCO los lugares de mayor producción de cacao en el mundo son: Costa de Marfil y Ghana, a nivel de Sudamérica Brasil y Ecuador (ICCO 2019).

En Colombia el cultivo ha venido tomando importancia, debido a que se ha priorizado en los planes de desarrollo como alternativa y estrategia de solución a problemáticas ambientales y sociales “economías ilícitas, deforestación y posconflicto” que enfrenta el país, considerando en la actualidad el “cultivo de la paz” (Torres, 2017; Pineda, 2018), proceso que le ha permitido ir aumentando considerablemente sus áreas de 60.735,94 a 166.785,99 hectáreas y una producción de 57.467,12 a 86.870,99 toneladas entre los años 2007 y 2015 (Pineda, 2018). Por tanto, se postula como uno de los países suramericanos que produce cacao de alta calidad en aroma y sabor (Contreras, 2017) debido a su gran diversidad genética y condición ecoclimática (Carrillo *et al.*, 2014).

Sin embargo, la producción y economía de *T. cacao* se ve afectada por diferentes patógenos que generan daños principalmente en sus frutos y almendras, como la moniliasis, mazorca negra, y escoba de bruja, responsables a nivel global de pérdidas en la producción >30% (Hebbar, 2007). Siendo la moniliasis, enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Evans, 2007) la principal limitante en los cultivares de cacao en la producción de grano en Colombia (Jaimes *et al.*, 2016), ocasionando pérdida drásticas que van del 40 al 100%, lo que ocasiona en la mayoría de los casos el abandono de los cultivos por parte del productor (Castellanos *et al.*, 2010; Jaimes *et al.*, 2011).

Por tanto, este estudio tuvo como finalidad evaluar la incidencia y severidad de la moniliasis del cacao bajo condiciones de la Amazonia colombiana, lo que permitirá tener un conocimiento más amplio sobre la sintomatología, etiología y funcionalidad del patógeno. Así mismo, con esta información se está generando el primer registro de esta enfermedad para la zona; lo cual servirá como base para la evaluación y posterior establecimiento de cultivares de cacao en la región, reconociendo el material con buena adaptabilidad y resistencia a problemas fitosanitarios como la moniliasis.

Metodología

Los muestreos se llevaron a cabo en dos municipios del departamento del Caquetá, San José del Fragua al occidente del departamento del Caquetá y al suroccidente

de Florencia a 58,4 kilómetros por la vía la Marginal de la Selva, ahora llamada la Troncal del Suroccidente Colombiano, a 01°21'4" N y 76°59'18" W. Esta región está caracterizada como bosque húmedo tropical, está a una altura de 540 msnm, su temperatura promedio es de 27°C, presenta una humedad relativa promedio de 92% y precipitación de 3,500 mm al año (Trujillo, 2010). El segundo sitio de muestreo se ubica en el Centro de Investigación Amazónica-CIMAZ Cesar Augusto Estrada González-MACAGUAL de la Universidad de la Amazonia, localizado en el casco urbano del municipio de Florencia a 22 km, a 1° 30' 4,9" N y 75° 39' 47,1" W. También se encuentra definido como bosque húmedo tropical a una altura de 250 msnm, su temperatura promedio 25,5°C, presenta una humedad relativa promedio de 76,3% y precipitación de 3,793 mm al año (Estrada y Rosas, 2007). En ambos sitios el tamaño del cultivo de cacao fue de 5 hectáreas, con una densidad de siembra de 127 plantas por hectárea y un modelo de plantación en surcos dobles de 3m por 3m entre planta y una distancia entre surco de 7m dispuestos en dirección de oriente a occidente (Rico y Suarez, 2018).

Fase de campo

El estudio se realizó en dos periodos del año: Transición y seco; el periodo de transición comprendido para los meses de junio, julio, agosto y septiembre y el seco para los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. En cada localidad se seleccionó una plantación de cacao con el fin de contrastar la respuesta a las variables de severidad e incidencia de la enfermedad. De esta forma, 50 plantas se eligieron al azar por cada plantación; donde la incidencia fue evaluada como la relación porcentual entre el número de frutos enfermos (tres frutos por planta) y el número de frutos evaluados, utilizando la siguiente ecuación:

$$I(\%) = \left(\frac{N_i}{N_t} \right) \times 100$$

donde, N_i corresponde al número de frutos infectados y N_t el número total de frutos evaluadas

De igual forma, se colectaron tres frutos de tamaño grande (por planta) en los que se evaluó la severidad interna y externa de acuerdo con la escala propuesta por Sánchez *et al.* (1987). Esta escala presenta valores diagramáticos que van de 0 a 5 donde 0 indica fruto sano; 1, puntos aceitosos; 2, hinchazón y/o maduración prematura; 3, mancha (necrosis); 4, micelio hasta un 25% de la mancha necrótica y 5, micelio que cubre más del 25% de la mancha necrótica.

Fase de laboratorio

El aislamiento del hongo *M. royeri* se realizó en el Laboratorio de Micología y Fitoprotección de la Universidad de la Amazonia siguiendo la metodología propuesta por Phillips-Mora *et al.* (2006), en donde los frutos infectados, colectados al azar, fueron lavados con agua y jabón, posteriormente fueron depositados en un

recipiente con hipoclorito de sodio al 1,5%, dejándolos reposar durante un minuto y luego lavados con agua estéril durante 1 minuto. Con la ayuda de un bisturí esterilizado fueron realizados cortes en la zona afectada de la mazorca y se tomaron las muestras que fueron depositadas en el medio de cultivo Agar extracto de malta-AEM más Jugo V8.

En el caso de frutos con mayor grado de infección, se realizó la técnica de aislamiento directo con una aguja de disección de punta aguzada previamente esterilizada, con la que se transfirió el micelio del hongo y se realizó siembra directa en cajas de Petri, posteriormente fueron incubados a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) aplicando fotoperiodo 12h luz/12h oscuridad durante 15 días (Phillips-Mora *et al.*, 2005).

Para la descripción macroscópica, se tuvo en cuenta las características morfológicas de las colonias obtenidas tales como forma, elevación, borde, coloración y textura de acuerdo con los criterios de Castaño (1952), Barros (1977) y Evans (1981). El aislamiento fue observado en el microscopio para corroborar la identidad de *M. roseri*. Se realizaron montajes en azul de metileno de la colonia del hongo desarrollado en AEM más jugoV8. La caracterización microscópica se realizó con la ayuda de las claves taxonómicas de Evans (1981) y Phillips-Mora *et al.* (2006), confrontándose las características macro-microscópicas y culturales con los esquemas propuestos en la literatura.

Fase de análisis

Para el análisis de las variables en campo se ajustó un modelo lineal general y mixto-MLGyM, donde el factor fijo fue el periodo, localidad e interacción y el efecto aleatorio fue la planta de donde se extrajo cada fruto; la variación se usó para apreciar varianzas de los datos al observar los efectos fijos, al igual la correlación residual se implementó para las observaciones de la época (variable de incidencia) o en una misma planta (variable de severidad), con simetría compuesta. El criterio de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) se efectuó para escoger el mejor modelo. Las interacciones se evaluaron mediante la prueba LSD de Fisher (5% significancia). Las pruebas se corrieron en el programa InfoStat versión profesional 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Resultados y discusión

Incidencia de moniliasis sobre T. cacao

En cuanto a la incidencia, el análisis de la varianza (ANOVA) respecto a la localidad (San José del Fragua y Florencia) mostró que no hubo diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). Para el periodo se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), donde los valores más altos los evidenció el periodo de transición ($79,00\pm 6,80a$) y los más bajos el seco ($25,25\pm 0,07b$) (Tabla 1). Los resultados de este estudio contrastan con lo reportado por Porras (1985), quien no encontró

diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad entre épocas de evaluación para cultivares de *T. cacao* en condiciones similares.

Las notas altas de incidencia entre los periodos y las localidades coinciden con lo reportado por Phillips-Mora (2005), Polanco y Medina (2005), Jaimes et al. (2011) y Melgar et al. (2012), quienes reportaron incidencias mayores al 60%, las cuales concuerdan con la incidencia media reportada en este estudio, que se debe principalmente a la relación entre la humedad relativa alta, precipitaciones variables y la temperatura óptima para la proliferación de la enfermedad.

Para la interacción entre periodo*localidad hubo diferencias significativas ($p < 0,05$), donde los valores más altos los registró la interacción San José del Fragua-Transición ($89,00 \pm 9,62a$) y los más bajos la interacción Florencia-Seco ($10,00 \pm 9,62c$). En este sentido, es destacable que la incidencia contribuye a la selección de los mejores periodos de evaluación y lugares de siembra de materiales de cacao en diferentes regiones, ya que está involucra mecanismos de resistencia poligénica que impiden o favorecen el desarrollo del patógeno en las plantaciones (Phillips-Mora, 2005).

Tabla 1. Medias de la incidencia (%) de moniliasis (*M. roleri*) sobre *T. cacao* en la Amazonia colombiana.

Factor	Nivel	Incidencia
Periodo	Transición	$79,00 \pm 6,80^{a^b}$
	Seco	$25,25 \pm 6,80b$
	p-valor	0,002**
Localidad	Florencia	$39,50 \pm 6,80b$
	San José del Fragua	$64,75 \pm 6,80a$
	p-valor	0,075
Periodo*Localidad	Transición*Florencia	$63,40 \pm 9,62ab$
	Transición*San José	$89,00 \pm 9,62a$
	Seco*Florencia	$10,00 \pm 9,62c$
	Seco*San José	$42,50 \pm 9,62b$
	p-valor	0,001**

^aError estándar

^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba LSD de Fisher, $p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Severidad de moniliasis sobre T. cacao

Se presentaron diferencias significativas en la severidad externa entre localidades ($p < 0,05$), donde los valores más altos fueron para la localidad de Florencia ($1,91 \pm 0,07a$), mientras los más bajos fueron para San José del Fragua ($1,51 \pm 0,07b$); en cuanto al periodo se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), donde los valores más altos se presentaron en el periodo de transición ($2,39 \pm 0,07a$) y los más bajos en el seco ($1,03 \pm 0,07b$). Para la severidad interna se vieron diferencias significativas para los factores localidad y periodo ($p < 0,05$), donde los valores más altos fueron para la localidad de Florencia ($1,20 \pm 0,07a$) y el periodo de transición ($1,75 \pm 0,07a$), mientras los más bajos se presentaron para San José del Fragua ($1,11 \pm 0,07b$) y periodo seco ($0,56 \pm 0,07b$) (Tabla 2). Estos resultados de severidad externa coinciden con los reportados por Polanco y Medina (2005); Jaimes *et al.* (2011); Melgar y González (2011) y Melgar *et al.* (2012), quienes indican que la enfermedad en frutos de cacao se da hasta la formación de necrosis en frutos con esporulación, lo que coincide con lo reportado en este estudio. De igual forma, Evans (1981), indica que no se puede determinar con precisión el grado de infección interna de los frutos de cacao a partir de la severidad externa de los mismos, ya que estos no se encuentran estrechamente relaciones y dependen del incremento del inóculo y de la expresión de los daños.

En cuanto a la interacción entre periodo*localidad para la severidad externa e interna se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), donde los valores más altos los registró la interacción Transición-Florencia ($2,71 \pm 0,10a$) para severidad externa y severidad interna ($1,96 \pm 0,10a$). Los valores más bajos se mostraron en San José del Fragua-Seco para severidad externa ($0,94 \pm 0,10c$) y Florencia-Seco para severidad interna ($0,44 \pm 0,10c$). En este sentido, las menores notas de severidad interna en este estudio fueron similares a lo encontrado por Jaimes *et al.* (2011) y Melgar *et al.* (2012), quienes reportaron notas de 0,16 a 2,1; es decir, daños internos en el 16% de las almendras. De igual forma, los valores más altos reportados en este estudio concuerdan con lo encontrado por Arciniegas, (2005); Suárez *et al.* (2006) y Phillips-Mora (2012) quienes evidenciaron notas entre 2,3 y 5; es decir, con un necrosamiento interno entre el 60 y 100%, dada principalmente por periodos de lluvia prolongado y la densidad de siembra del cultivo.

Tabla 2. Medias severidad externa e interna de moniliasis (*M. roleri*) sobre *T. cacao* en la Amazonia colombiana.

Factor	Nivel	Severidad Externa	Severidad Interna
Periodo	Transición	$2,39 \pm 0,07^{ab}$	$1,75 \pm 0,07^a$

	Seco	1,03 ± 0,07b	0,56 ± 0,07b
	p-valor	0,002**	0,001**
Localidad	Florencia	1,91 ± 0,07a	1,20 ± 0,07 ^a
	San José del Fragua	1,51 ± 0,07b	1,11 ± 0,07b
	p-valor	0,001**	0,002**
Periodo*Localidad	Transición*Floren- cia	2,71 ± 0,07a	1,96 ± 0,10 ^a
	Transición*San José	2,30 ± 0,07b	1,40 ± 0,10b
	Seco*Floren- cia	1,05 ± 0,07c	0,44 ± 0,10c
	Seco*San José	0,94 ± 0,07c	0,60 ± 0,10c
	p-valor	0,024**	0,002**

^aError estándar

^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba LSD de Fisher, $p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Identificación del hongo *M. roreri*

Quince días después de haber transferido el hongo *M. roreri* al medio AEM más jugo V8, se observó el desarrollo de colonias de coloración café claro-blanco debido a la acumulación de micelio y esporas, con una masa conidial pulverulenta; sin embargo, el mayor crecimiento de la colonia de *M. roreri* en medio de cultivo fue después de 24 días de incubación. De esta manera, fue posible identificar el hongo por medio de características morfológicas de las colonias, las cuales se caracterizaron por presentar un borde regular, textura pulverulenta y coloración café oscura (Figura 1A).

Es perceptible que el crecimiento de *M. roreri* se presentó de forma lenta, siendo ésta una característica importante para la conservación de las cepas bajo condiciones de laboratorio (Villamil *et al.*, 2012; Phillips-Mora *et al.*, 2006).

Por otro lado, con la ayuda del microscopio óptico y con objetivo de 100X, se realizó la observación de estructuras reproductivas del hongo, observándose hifas septadas, conidióforos y esporas globosas (Figura 1b). Evans (1981); Arguello, (1997) y Phillips *et al.*, (2006), indicaron que, en promedio de montajes de colonias del hongo, es posible la observación de conidióforos ramificados dando lugar a una cadena de esporas globosas, subglobosas y elípticas, además de hifas tabicadas, con dolíporos y conidios basipetalas.

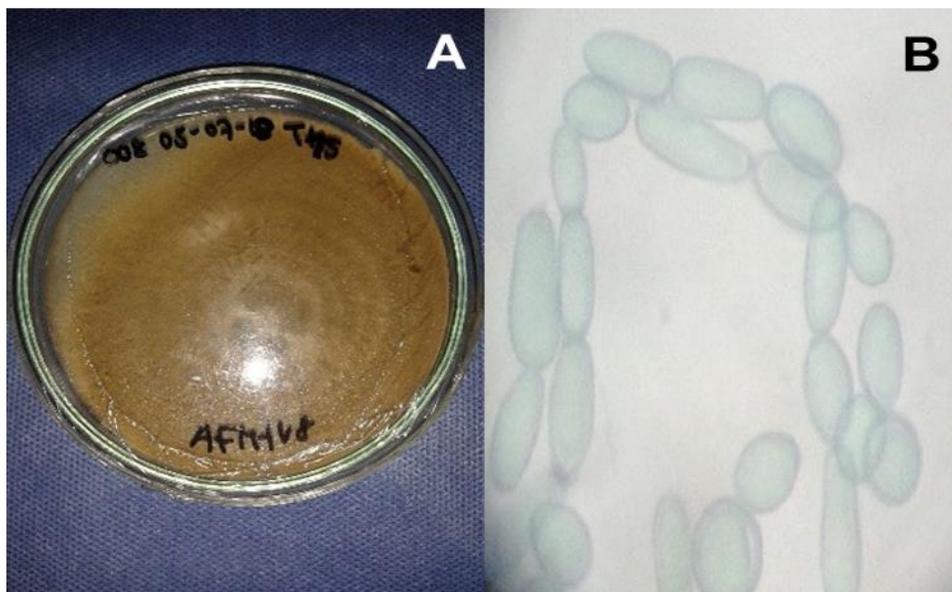


Figura 1. *M. roreri*. A. Anverso de la colonia en AEM más V8 luego de 24 días. B. Microscopia de *M. roreri*, objetivo 100X

Conclusiones

Se encontró que para la incidencia de la enfermedad los valores más altos los presentó el municipio de San José del Fragua en el periodo de transición y los valores más bajos el municipio de Florencia en el periodo seco, la mayor severidad de la moniliasis del cacao, tanto interna como externa, la presentó la localidad de Florencia en periodo de transición; mientras que los valores más bajos se observaron en la localidad de San José del Fragua en periodo seco. De igual forma, se aisló el hongo *M. roreri* en medio de cultivo AEM más jugo V8, permitiendo confirmar las características macro-microscópicas del hongo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de la Amazonia por ser el ente financiador de este proyecto y a los integrantes del Semillero de Investigación en Micología de Microhongos Amazónicos MICROFUNGAL por el apoyo en campo.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

1. Albuquerque P, Bastos C, Luz E y Silva S. (2005). Doenças do cacauero (*Theobroma cacao*). In: Kimati H.; Amorim L.; Rezende J.A.; (eds) Man. Fitopatol., 4ta ed. Livroceres, Piracicaba, Brasil. 151 - 163.
2. Aránzazu F. (1990). Rehabilitación y renovación de Cacao. Curso Nacional de Cacao. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 107 - 113.
3. Arciniegas - Leal, A. (2005). Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis (Magíster Scientiae) - Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación - Instituto Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 144p.
4. Arguello, O. (1997). Evaluación de materiales de cacao por resistencia a *Moniliophthora roreri* en Santander. Tercer Seminario Técnico de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Bucaramanga, Colombia: Corpoica, p.p 23-28
5. Baker, R. E. D. (1992). The Anglo-Colombian cacao collecting expedition. *The Anglo-Colombian cacao collecting expedition*.
6. Barros O. (1977). Investigaciones sobre el hongo *Moniliophthora roreri* Cif. and Par., causante de la pudrición acuosa de la mazorca del cacao; sus daños y su control. *El Cacaotero Colombiano* 3:42 - 52.
7. Carrillo, L. C., Londoño-Londoño, J., & Gil, A. (2014). Comparison of polyphenol, methylxanthines and antioxidant activity in *Theobroma cacao* beans from different cocoa-growing areas in Colombia. *Food Research International*, 60, 273-280.
8. Castaño J. J. (1952). Moniliasis del cacao en una región del departamento de Caldas, *Agricultura tropical*, 6, 21-25 p.}Castellanos Domínguez, Ó. F., Torres Piñeros, L. M., & Flórez, D. H. (2010). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la panela y su agroindustria en Colombia.
9. Charry, A. Jager, M. Hurtado B. J. J., Rosas, G., Orjuela, J. A., Ramos, P. F., Giraldo, E., Romero, M., Sierra, L., y Quintero, M. (2017). Estrategia Sectorial de la Cadena de Cacao en Caquetá, con Enfoque Agroambiental y Cero Deforestación. p 6, 16-17 en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/91547/Vision_Amazonia_Cacao_Caqueta_web-definitivo.pdf?sequence=1
10. Contreras, C. (2017). *Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado* (Doctoral dissertation, Tesis de Magíster en Ingeniería Agrícola). Universidad Nacional de Colombia).
11. Cubillos G y Aranzazu F. (1979). Comparación de tres frecuencias de remoción de frutos enfermos en el control de *Monilia roreri* Cif & Par. *El Cacaotero Colombiano* 8:27 - 34.

12. Di Rienzo J, Casanoves F, Balzarine M, Gonzales L, Tablada M y Robledo C. (2020). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
13. Enríquez, G. A. (1987). Manual de cacao para agricultores. EUNED.
14. Estrada C. y Rosas G. (2007). Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ). Universidad de la Amazonia. 44.
15. Evans H, Stalpers J, Samson R y Benny G., L. (1981). On the taxonomy of *Monilia roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. *Can J Bot* 56: 2528-2532
16. Evans H, Holmes K y Reid A. (2003). Phylogeny of the frosty podrot of cocoa. *Plant Pathology*. 52: 476-485.
17. Federación Nacional de Cacaoteros-FEDECACAO (2017). La productividad es el camino. Reporte de Fedecacao. p. 4. Tomado de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/408-en-29-crecio-produccion-de-cacao-en-el-primer-trimestre-16/05/2017>.
18. Fernández J, Valenzuela J, Restrepo A y Aristizábal R. (2012). El cultivo de cacao: Paquete tecnológico fomento empresarial agrícola. Medellín, Colombia. Compañía nacional de chocolates S.A.S. 12
19. Fondo nacional del Cacao. (2011). Campaña contra la Moniliasis del cacao. Revista impresa volumen 2.
20. García O, Macedo J, Tibúrcio R y Zapparoli G. (2007). Characterization of necrosis and ethylene-inducing proteins (NEP) in the basidiomycete *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom in *Theobroma cacao*. *Mycol. Res.* 111:443 - 455.
21. Gómez, M. S. H. (2007). Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaught) en la Amazonia colombiana. SINCHI.
22. International Cocoa Organization-ICCO. (2019) Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. www.icco.org. Consultado 19 de abril 2021.
23. Jaimes Y. y Aránzazu F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en *Monilia* (*Moniliophthora roreri*). CORPOICA. Colombia. 90.
24. Jaimes, Y.; Aranzazu, F.; Rodríguez, E.; Martínez, N. (2011). Behavior of introduced regional clones of *Theobroma cacao* toward the infection of *Moniliophthora roreri* in three different regions of Colombia. *Agronomía Colombiana*, Santander, v. 29 n.1, p. 171-178.
25. Jaimes, Y. Y., Gonzalez, C., Rojas, J., Cornejo, O. E., Mideros, M. F., Restrepo, S., ... & Furtado, E. L. (2016). Geographic differentiation and population genetic structure of *Moniliophthora roreri* in the principal cocoa production areas in Colombia. *Plant disease*, 100(8), 1548-1558.
26. Johnson J, Bonilla J y Agüero L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. León, Nicaragua 40.
27. Martínez, C. (2005). Cadena productiva del cacao: diagnóstico de libre competencia. *Industria Y Comercio*, p. 6.

28. Melgar, J.Y.; González, A. (2011). Resultados de evaluación de la reacción de germoplasma de cacao a la moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Departamento de Protección vegetal. Programa de cacao y Agroforestería. Informe Técnico, p. 45-50.
29. Melgar, J.; Reyes, Z.; Rivera, J.; Sánchez, J.; Dubón, A. (2012). Avances en la evaluación en Honduras de germoplasma de cacao presumiblemente resistente a la moniliasis. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Programa de cacao y Agroforestería. Departamento de protección vegetal Informe Técnico, p. 6.
30. Merchán V. (1981). Avances de la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. El cacaotero colombiano 16:26 - 41.
31. Pineda Jaimes, A. L. (2018). El cacao: una apuesta para la transformación del territorio en el occidente de Boyacá.
32. Phillips W, Krauss U, Evans H y Wilkinson, M. (2003). Genetic diversity of the cacao pathogen *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. in tropical America. Proceedings of the Fourteenth International Cocoa Research Conference. Accra, Ghana: Cocoa Producers' Alliance, (Abstract, 60).
33. Phillips-Mora W, Castillo J, Krauss, U, Rodriguez E, y Wilkison, M. J. (2005). Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones against seven colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. Plant Pathol. 54:483 - 490.
34. Phillips, W., Coutino, A., Ortiz, C. F., Lopez, A. P., Hernandez, J., y Aime, M. C. (2006). First report of *M. roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. Plant Pathology, 55(4), p. 584-584. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01418.x>
35. Phillips-Mora, W.; Arciniegas-Leal, A.; Mata-Quirós, A.; Motamayor-Arias, J. C. (2012). Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de Mejoramiento Genético de Cacao, Turrialba, p. 68.
36. Polanco, L.; Medina, J. (2005). Caracterización de clones de cacao por la respuesta a Monilia (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par) en Santander. Fitopatología Colombiana. Palmira. v. 28, n. 2, p. 61-64.
37. Porras, V. (1985). Determinación de la estabilidad de la resistencia a *Monilia roreri* en cultivares de cacao en dos zonas de Costa Rica. Tesis (Magister Scientie) - Facultad de Protección Vegetal- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 124p.
38. Quiñones Gálvez, J., Trujillo Sánchez, R., Capdesuñer Ruiz, Y., Quirós Molina, Y., & Hernández de la Torre, M. (2013). Potencial de actividad antioxidante de extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L.(cacao). Revista cubana de plantas medicinales, 18(2), 201-215.
39. Rico A y Suárez J. (2018). Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana. Revistas de ciencias

agrícolas de Nariño. 34 (1): 26-3. DOI
<http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183501.80>

40. Sánchez J, Brenes O, Phillips W y Enríquez G. (1987). Metodología para la inoculación de mazorcas de cacao con el hongo *Moniliophthora roreri* (Monilia). En: Proceedings of the Tenth International Cocoa Research Conference, 467-72, 1988. Cocoa Producers' Alliance, Santo Domingo.
41. Santos, R. C., Pires, J. L., & Correa, R. X. (2012). Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Theobroma L.* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59(3), 327-345.
42. Suárez, C.; Amores, F.; Lopez, O. (2006). New sources to resistance to *Moniliophthora roreri*. Developing Effective Sustainable Crop Protection Systems for Increased Cocoa Production. National Cocoa Program, INIAP.
43. Torres, L. A. C. (2017). Oferta productiva del cacao colombiano en el posconflicto. Estrategias para el aprovechamiento de oportunidades comerciales en el marco del acuerdo comercial Colombia-Unión Europea. *Equidad & Desarrollo*, (28), 167-195.
44. Trujillo, D. (2010). Proyecto De Plan De Salud Territorial 2008 - 2011 San José Del Fragua Caquetá. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sanjosedelfraguapts2008-2011.pdf>
45. Villamil J. Blanco J, y Viteri, S. (2012). Evaluación *in vitro* de Microorganismos Nativos por su Antagonismo contra *Moniliophthora roreri* Cif & Par en Cacao (*Theobroma cacao L.*). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*. 65(1):6305 - 6315.



ESTUDIO DE CASO

LIDERAZGO EMPRESARIAL EN TIEMPOS DE POST-PANDEMIA (COVID 19), CASO DE ESTUDIO EN UNA MICROEMPRESA DE MOCOA, PUTUMAYO

Business leadership in post-pandemic times (COVID-19), case study in a micro-enterprise in Mocoa, Putumayo

Maria Chávez Moreno^{1*}, Hector Romo Zambrano¹

¹Facultad de administración, ciencias contables y económicas. Instituto Tecnológico del Putumayo. Colombia

*mariachavez2020@itp.edu.co

Recibido: 22 de noviembre 2023. Aceptado: 16 de diciembre de 2023

Resumen

El presente artículo permitió una reflexión sobre el éxito de las empresas se radica en la gerencia, basada en la toma de decisiones acertadas en sus múltiples recursos organizacionales, en especial el talento humano, el cual se ve altamente influenciado por las figuras de autoridad dentro de la organización o dicho de mejor manera, por el tipo de liderazgo empresarial que tenga la empresa. Toda organización es dependiente de la gerencia, desde esta posición se dirige, se gestiona o administra la misma. El presente caso de estudio se desarrolló en la empresa Empaques y Repuestos Romo. La cual, no estuvo exenta de los efectos de la pandemia, todo lo contrario, reinició actividades para reactivar su economía a nivel local. Del cual se planteó principalmente, en determinar el tipo de liderazgo mediante un proceso investigativo de tipo descriptivo mediante la técnica de la encuesta y la aplicación a través del instrumento validado el test MLQ 5X, que permite obtener los resultados sobre el tipo liderazgo gerencial para su análisis respectivo. De lo anterior, se logró determinar que el tipo de liderazgo es Transformacional, asumido por el gerente en tiempos de post pandemia en la empresa, que hizo parte del caso de estudio.

Palabras clave: Liderazgo, Transformacional, Post-Pandemia, Caso de Estudio

Abstract

This article allowed a reflection on the success of many companies lies in management, based on making the right decisions in their multiple organizational resources, especially human talent, which is highly influenced by authority figures within the organization. organization or better said, by the type of business leadership that the company has. Every organization is dependent on the management, from this position it is directed, managed or administered. This case study was developed in the company Empaques y Repuestos Romo. Which was not exempt from the effects of the pandemic, on the contrary, it restarted activities to reactivate its economy at the local level. Of which it was raised mainly, in determining the type of leadership through an investigative process with a quantitative approach, of a descriptive type through the survey technique and the application through the validated instrument of the MLQ 5X test, which allows obtaining the results on the type management leadership for their respective analysis. From the above, it was possible to determine that the type of leadership is Transformational, assumed by the manager in post-pandemic times in the company that was part of the case study.

Keywords: Leadership, Transformational, Post-Pandemic, Case Study

Introducción

Existe actualmente gran competencia empresarial en todos los mercados del mundo, esta competencia se ha incrementado con el pasar de los años gracias a la globalización. Como medida de respuesta las empresas inician a fortalecerse por medio de múltiples métodos, entre ellos se destaca la contratación de líderes que sean capaces de tomar buenas decisiones, controlar a sus subordinados, motivarlos y ser referente de ejemplo comportamental y laboral, para que de esta forma impulsen a la empresa desde una jerarquía que les permita realizar las acciones mencionadas anteriormente desde una figura de liderazgo.

Por lo anterior, surge una pregunta de investigación ¿qué tipo de liderazgo se evidencio en el proceso de toma de decisiones en la empresa durante la pandemia?

Se parte de una aproximación conceptual sobre liderazgo:

“El liderazgo es la capacidad de influir sobre otros, identificando grandes diferencias en la manera en que se ejerce el liderazgo, según sus cargos, y otros en cambio pueden influir de acuerdo con sus características y actitudes, las cuales generan identificación o entusiasmo en los seguidores” (García, 2011).

Por lo anterior, el liderazgo es una capacidad propia de una persona o en su defecto, de un cargo de alta jerarquía, donde su función es condicionar los pensamientos y el actuar de otros por medio de palabras y actos, los cuales pueden causar efectos positivos o negativos según las circunstancias (García, 2011). También, se hace necesario diferenciarlo del concepto de líder, pues mientras el primero hace referencia a la persona, el otro se refiere al rol como tal que entra a desempeñar una persona en determinado momento y ante determinadas personas, un líder es:

“Un líder, en primera instancia debe ser reconocido; debe contar con una legitimidad, la que no es otorgada, que proviene de la confiabilidad que genera. Otra condición es contar con un grupo de personas que le otorgan la legitimidad y finalmente aparece la función del líder, la capacidad para guiar y dirigir” (Sánchez y Barraza, 2015).

Una vez definidos los conceptos de liderazgo y de líder, es necesario explicar la importancia que tiene para las organizaciones tener un buen liderazgo organizacional:

“A partir del liderazgo, las organizaciones hacen frente al entorno dinámico, a través de formas efectivas para afrontar los cambios en los escenarios sociales, económicos, comerciales y tecnológicos, que no solo les implica la modificación de sus configuraciones estructurales, sino también de sus procesos” (Turbay, 2013)

Por lo anterior, se dan diferentes o diversos tipos de personas y muchos tipos de organizaciones, por lo tanto, existen varios tipos de liderazgo que se adaptan bien o mal según la empresa y su personal, de entre los tipos de liderazgo más destacados (García, 2016):

Liderazgo laissez-faire: también conocido como liderazgo delegativo, es un estilo de no intervención y falta de feedback regular. El nombre hace referencia a la palabra francesa “dejar pasar” o “dejarlo ser”. El líder laissez-faire interviene solo cuando es necesario y con la menor cantidad de control posible. (García, 2016)

Liderazgo autocrático: El liderazgo autocrático permite que los supervisores tomen decisiones y fijen las directrices sin la participación del grupo. Es decir, en este tipo de liderazgo, el poder es algo explícito, que queda plasmado en un rol en el que se dan órdenes directas y que deben ser obedecidas en cualquier caso. (García, 2016)

Liderazgo democrático: Habitualmente llamado liderazgo participativo, este tipo de liderazgo se caracteriza por crear entusiasmo entre los trabajadores al priorizar la participación de todo el grupo. El líder promueve el diálogo entre sus seguidores para tener en cuenta las opiniones del grupo, pero la decisión final la toma el superior. (García, 2016)

Liderazgo transaccional: El liderazgo transaccional se basa en transacciones, es decir, en procesos de intercambio entre los líderes y sus seguidores. Los

seguidores reciben premios por su desempeño laboral y el líder se beneficia porque ellos cumplen con las tareas. (García, 2016)

Liderazgo transformacional: Los líderes transformadores emplean niveles altos de comunicación para conseguir los objetivos y aportan una visión de cambio que consiguen transmitir a los empleados. Apuestan por generar una visión compartida y transversal acerca de lo que debe ser la empresa en la que se trabaja. (García, 2016)

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores, también es necesario mencionar que la empresa Empaques y Repuestos Romo será el caso de estudio, ubicada en la ciudad de Mocoa, capital del departamento del Putumayo. Sus actividades comerciales en el año 2021 se han encaminado hacia la reactivación después de un año de pandemia. La gran crisis económica mundial que han afrontado todos los países del mundo a raíz de la pandemia provocada por el covid - 19 ha traído serias consecuencias a los países en vía de desarrollo, es por ello que esta crisis ha impactado tan fuerte en América latina y el caribe

“Se estima que a nivel mundial 2,7 millones de empresas podrían cerrar en el transcurso del 2021. Los gobiernos se han visto en la clara necesidad de imponer una gran cantidad de medidas de restricciones para evitar la propagación del virus.” (CEPAL, 2020)

Lo anterior, llevó a tomar medidas sanitarias por parte de las empresas, para enfrentar a tiempo la crisis económica y evitar el cierre de las mismas y como consecuencia, el incremento de la crisis económica. Es decir, las organizaciones adoptaron medidas estrictas para continuar con sus actividades administrativas y operacionales. Es aquí, en este punto, donde el liderazgo asumido en las organizaciones toma un papel determinante en los procesos internos y externos para la consecución de objetivos basado en la toma de decisiones. Es tan importante el liderazgo empresarial, que marca la diferencia frente a una crisis económica como la actual; pues, mientras algunas empresas se cierran y se dejan afectar por la crisis, otras han sabido aprovechar las nuevas oportunidades surgidas por los cambios en el panorama económico, esto conseguido solamente gracias a la sagacidad y visión de sus líderes (García, 2016).

En medio de toda esta tensión, los gerentes buscan minimizar el impacto negativo a las empresas, la complejidad de esta situación radica en que la pandemia no parece tener un final, por lo cual será importante el liderazgo que se asumen en las organizaciones, con el fin de obtener la capacidad de aprendizaje posible para afrontar el presente y el futuro, valiéndose de decisiones acertadas (García, 2016).

La empresa Empaques y Repuestos Romo es una empresa que hasta el momento ha enfrentado las dificultades actuales, donde el talento humano de nivel gerencial de la empresa cuenta con las habilidades y competencias para afrontar los nuevos retos venideros; así mismo, saber sobreponerse a los obstáculos tanto internos y externos que pueden afectar a la empresa, pues no solo, la organización Empaques y Repuesto Romos estaría buscando elevar su competitividad con el fin de

sobrevivir en el mercado en medio de una pandemia, sino que sería una reacción general de todas las empresas en todos los sectores económicos. De tal manera, que “la nueva intensidad competitiva ha desestabiliza a muchas micro, pequeñas y medianas empresas por el ambiente de turbulencias que producen cambios y en muchas ocasiones parece incontrolable por parte de las empresas” (Gómez, 2008).

Lo anterior, permite apreciar que la competencia ya era bastante agresiva de por sí, pero ahora, lo esperado es que las empresas enfoquen todos sus recursos en aumentar su competitividad, pues su existencia depende de lo que se haga en el presente (Gómez, 2008). Desde la pandemia el entorno empresarial y el mercado no son, ni serán iguales, han cambiado y seguirán cambiando con el tiempo, por ello la búsqueda de la competitividad es el nuevo norte de las empresas y en especial, de Empaques y Repuestos Romo.

Metodología

La metodología de investigación que se utilizó para el presente estudio de caso fue de tipo descriptivo (Revelo y Otros, 2016) que permite el análisis de “las características de una población o fenómeno sin entrar a conocer las relaciones entre ellas.” (Rus, 2021), orientada al análisis detallado de los factores predominantes y no predominantes en el estilo de liderazgo en la empresa Empaques y Repuestos Romo. Para lograr el propósito general, se utilizó el test MLQ 5X, la cual se aplicó al gerente y a sus colaboradores de la organización. El Multifactor Leadership Questionnaire, es reconocido por sus siglas MLQ (Bass, 1985, Bass y Avolio, 2000), de esta manera se puede cuantificar algunas variables del Modelo de Liderazgo. (Vega, C. y Zavala, G., 2004., p.138).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos del test MLQ 5X aplicado al gerente y al personal de Empaques y Repuestos Romo arrojaron varios datos. Las respuestas brindadas por los colaboradores permitieron definir que en la empresa actualmente existe un tipo de liderazgo transformacional, puesto que el gerente brinda diferentes estímulos a sus empleados para promover la motivación y que de esta forma esta impacte de manera positiva en la productividad de la organización. Además de esto, las respuestas permitieron saber que el líder cuenta con carisma, motivación inspiracional, estimulación intelectual y consideración individual para con el personal bajo su cargo. La comunicación del talento humano de la empresa es amplia y abierta, característica propia de una organización donde existe un liderazgo transformacional, brindando mayor flexibilidad al funcionamiento de la organización. Gracias a la estructuración de las preguntas y a las respuestas brindadas, fue posible constatar que el tipo de liderazgo predominante en la

empresa Empaques y Repuestos Romo es de tipo transformacional, pues este reúne todas las características propias de este estilo de liderazgo empresarial.

La organización gracias al liderazgo transformacional cuenta con múltiples ventajas, como:

- Personal comprometido y empoderado de la empresa: gracias a que el líder identifica aquellos factores motivantes de cada uno de los empleados bajo su cargo, puede utilizarlos para motivarlos.
- Identidad y compromiso corporativo: El personal es escuchado, lo que desarrolla una fuerte identidad de grupo o corporativa.
- Mejora de la capacitación del personal: El líder sabe identificar las fortalezas y debilidades del personal, lo que ayuda a que este mismo contribuya a potenciar el desarrollo de sus subordinados.
- Mayor autonomía: El personal al estar preparado es mucho más eficiente a la hora de realizar sus distintas tareas.
- Impulso de la innovación: El personal al sentirse preparado y al estar motivado hace que quieran asumir nuevos retos.
- Menor tasa de rotación del personal: Los trabajadores se sienten satisfechos en sus puestos de trabajo, esto hace que los índices de renuncias bajen drásticamente.
- Incremento de la rentabilidad: El personal es eficiente en sus tareas, lo que impacta directamente en la productividad, haciendo mucho más rentable a la empresa.

La empresa Empaques y Repuestos Romo si persiste con su tipo de liderazgo transformacional lograra seguir sobrellevando la crisis económica de la mejor manera, valiéndose de su buena gerencia y el impacto que esta tiene en su personal, haciendo a la empresa mucho más productiva y competitiva en el mercado. En cuanto a su competencia, la empresa sigue manteniéndose como una de las empresas líderes del mercado gracias a las mismas herramientas que la habían posicionado en ese lugar.

Para las empresas es de vital importancia contar con un buen liderazgo que sepa responder ante las eventualidades, pues de esto depende su existencia en el mercado, Empaques y Repuestos Romo entendió esta anterior premisa a la perfección desde hace tiempo, cosa que le valió para afrontar la crisis económica más grande de la época moderna de la humanidad.

Tabla 1.

Resultados Consolidados del MLQ 5X aplicado a la Empresa Caso de Estudio

Variable de Primer Orden	Sub variable	Escalas de Variable	Resultados por variable	Resultados por Variable
Liderazgo Transformacional	1.Carisma/Inspiracional	1.Carisma:	A menudo	108
	2.Estimación Intelectual	1.1. Influencia Idealizada atribuida.	A menudo	108
		1.2. Influencia idealizada conductual	A menudo	126
Liderazgo Desarrollo/Transaccional	3.Consideración Individualizada	4. Consideración Individualizada	A menudo	96
	4. Recompensa contingente	5.Recompensa contingente	A menudo	126
Liderazgo Correctivo/Evitador	5.Dirección por excepción activa	6.Dirección por excepción activa	A menudo	76
	6. Liderazgo pasivo/evitador	7. Dirección por excepción pasiva	A veces	62
		8.Laissez -Faire	A veces	60

Fuente: Elaboración propia

Además de los resultados obtenidos en relación al tipo de liderazgo predominante en la empresa Empaques y Repuesto Romos, el test MLQ 5X permitió saber que el gerente y líder de la organización cuenta con características propias de otros tipos de liderazgo, lo que indicaría que este ha ido cambiando su forma de liderar, demostrando un continuo crecimiento respecto a su actuar dentro de la empresa, otra base que sustenta lo anteriormente dicho, es que los resultados obtenidos si

bien indican que su estilo de liderazgo predominante es el transformacional, los puntajes obtenidos no son completos, lo que significa que su estilo de liderazgo transformacional no está completo, es decir, sigue en crecimiento.

El término liderazgo debe diferenciarse del término líder, puesto que mientras el primero hace referencia al concepto general de la persona, el segundo se refiere al rol como tal ejercido por una persona dentro de una organización. El mejor tipo de liderazgo para las empresas que deseen salir adelante en el presente entorno económico, es el liderazgo de tipo transformacional, el cual está orientado a mantener una mentalidad de cambio constante y de equipo compacto de trabajo. Una de las mejores formas de determinar el tipo de liderazgo de una organización se consigue mediante la aplicación del test MLQ 5X, permite obtener gracias a la estructuración de sus preguntas establecer de manera precisa el tipo de liderazgo presente en una empresa. El nuevo entorno empresarial de pandemia que ha ocasionado cierre de fronteras y disminución del consumo en general, muchas empresas tuvieron que cerrar. Sin embargo, este no fue el caso de Empaques y Repuestos Romo, que gracias a poseer un fuerte liderazgo transformacional fue capaz de adaptarse y sobresalir ante las adversidades que se presentaron producto de la pandemia originada por el Covid-19 (CEPAL, 2020).

De esta manera se evidencia que la empresa Empaques y Repuestos Romos demostró no ser una organización anticuada, por el contrario, fruto de su liderazgo Transformacional (Terrazas, 2015), la empresa siempre estaría innovando internamente y buscando siempre crecer corporativamente. Se entiende, ahora la clave del éxito de la empresa, puesto que su personal está estimulado, atento, motivado e imitando un excelente modelo a seguir, de esta manera, se potencializa la atención al cliente, la resolución de conflictos, la eficiencia en todos los procesos internos y externos; de continuar este modelo de liderazgo, la empresa supera este obstáculo de la pandemia de la manera más rápida posible y los que devengan en el futuro. La investigación permitió apreciar los efectos de una pandemia ante una organización con un liderazgo transformacional (Cepal, 2020). Los impactos de la pandemia han permitido a la empresa evolucionar ante la crisis económica actual. Sin embargo, la pandemia aún no termina, se hace necesario analizar los resultados con datos más concretos sobre el estado de la empresa, cuando la pandemia haya terminado. Una particularidad evidenciada y comprobada gracias a la presente investigación, es como un líder puede evolucionar y adaptarse a las circunstancias. Lo anterior, no pudo haber sido evidenciada sino después de un ejercicio investigativo para determinar los atributos del gerente de la empresa, orientado bajo el liderazgo transformacional, demostrando que es posible a nivel gerencial con cargo de autoridad moldear sus actitudes hasta transformarlas en torno a la consecución de los objetivos de la organización en la que trabaja.

Referencias

1. CEPAL. (2020). Impactos de la pandemia en los sectores productivos más afectados abarcaran a un tercio del empleo y un cuarto del PIB de la región. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/comunicados/impactos-la-pandemia-sectores-productivos-mas-afectados-abarcaran-un-tercio-empleo-un>
2. García, M. (2011). Liderazgo transformacional y la facilitación de la aceptación al cambio organizacional. Universidad del Rosario. <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/8672/NaranjoAgudelo-JorgeAndres-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. García, J. (2016). Tipos de Liderazgo: Las 5 clases de líder más habituales. Psicología y mente. <https://psicologiymente.com/coach/tipos-de-liderazgo>
4. Gómez, R. (2008). El liderazgo empresarial para la innovación tecnológica en las micro, pequeñas y medianas empresas. Scielo. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-62762008000100007&lng=en&tlng=es
5. Rus, E. (2021). Investigación descriptiva. Economiapedia. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>
6. Sánchez y Barraza. (2015). El liderazgo: deseos y realidades. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46142596010.pdf>
7. Terrazas, R. (2015). Liderazgo Tridimensional. Scielo. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332015000100002&script=sci_arttext
8. Turbay, M. (2013). Liderazgo e innovación organizacional. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/213/21328600001.pdf>
9. Revelo Tovar., L.C., Ayala Guatusmal, L. & Montenegro, J. A. (2016). Sciteeweb, sistematización del cuestionario como instrumento de la técnica de la encuesta para los procesos investigativos en la Institución Universitaria CESMAG. Pasto, Colombia: Editorial Institución Universitaria CESMAG. Doi:10.15658/CESMAG16.010205
10. Vega, C. y Zavala, G. (2004). Adaptación Del Cuestionario Multifactorial De Liderazgo (MLQ Forma 5x Corta) De B. Bass Y B. Avolio Al Contexto Organizacional Chileno. Universidad de Chile. http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2004/vega_c/sources/vega_c.pdf