

# *Agroecosistemas*

Revista para la transformación agraria sostenible

• Volumen 10 • Número 1 • Enero-Abril • 2022



“La soberanía alimentaria,  
capacidad de la nación para producir alimentos”



## CONSEJO EDITORIAL

### Director (a)

Dr. C. Annette Lourdes Padilla Gómez

### Editor (a)

MSc. Amarilys Suárez Alfonso

### Consejo Científico Asesor

Dr. C. Juan Manuel García Bacallao, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Minerva Almogoea, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Mayda Bárbara Álvarez, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Nelson Castro Perdomo, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Lazaro Ojeda Quintana, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

DrC. Fernando Carlos Agüero, Contreras Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Yoel Beovides García, Instituto Nacional de Investigaciones Viandas Tropicales, Cuba.

DrC. Sergio Rodríguez Rodríguez, Universidad de Granma, Cuba

Dr. C. Misterbino Borges García, Universidad de Granma, Cuba

DrC. Sergio Pérez Pérez, Universidad de Granma, Cuba

Dr. C. Marcos Tulio García González, Universidad de Santi Spíritus. Cuba.

Dr. C. Leonides Castellanos González, Universidad Pamplona, Colombia

Dr. C. Rigoberto García Batista, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Carlos Armando Álvarez Díaz, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Irán Rodríguez Delgado, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Julio Chabla Carrillo, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Salomon Alejandro Barrezueta Unda, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Telmo Palancar, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. C. Ricardo Hernández Pérez, Lab. de Agrodiagnóstico S.A de C.V., México

Dr C. Nicolás Sanchez, Universidad Intercultural Estatal Hidalgo México

Dr. C. Renato Mello Prado, Universidades Estadual Paulista, Brasil

### Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

MSc. Dolores Pérez Dueñas

### Traducción y redacción en Inglés

MSc. Miladys Álvarez Migueles

### Diseñadora

DrC.. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

### Soporte Informático

Lic. José Ramón Echevarría Fernández

Tec. Ana Ibys Torres Blanco

Editorial	5
<b>01</b> __ Aplicación NIC 41 “activos biológicos” en las empresas camaroneras, provincia El Oro –Ecuador Rosana de Jesús Eras Agila, Carlos Joel Cabrera Peñaloza, Margot Isabel Lalangui Balcazar	6
<b>02</b> __ Diagnóstico del clima organizacional en la Biofábrica de Caña de Azúcar de Villa Clara. Nolivio López Díaz, Idesnel Banguela Pérez, Julio Cesar Suárez García, Diamis Zenaida Valdés Francesena, Iliana Arias Díaz.	13
<b>03</b> __ Efecto de la materia orgánica sobre la abundancia y diversidad de la población de macrobentos en las zonas intermareales de playas arenosas. Jerry Landívar Zambrano, Félix Tinoco Angeles, Sonia Guartatanga Argudo, Alexis Darío Mejía Cela, Erika Murgueitio Herrera.	23
<b>04</b> __ Control de Perileucoptera Coffeella Guérin-Ménéville Silvestri en el cultivo de coffea arabica l. Reinaldo Delgado Porres, Pedro Leonel Alonso Consuegra, Yhosvanni Pérez Rodríguez.	31
<b>05</b> __ Diversidad de frutales en patios de tres Consejos Populares Urbanos del Municipio Cumanayagua, Cienfuegos. Sandalio García Velazquez, Lázaro Ojeda Quintana, José R. Mesa Reinaldo, Maireby Herrera Capote, Juan Antonio Mateo Rodríguez.	38
—	—
<b>06</b> __ Drench: Enraizadores químicos y orgánicos: Efectos de sus aplicaciones a la Microbiota del suelo en el Cultivo de Banano. Karen Andrea Bermeo Rodriguez, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista, Julio Enrique Chabla Carillo.	46
<b>07</b> __ Emergencia y crecimiento inicial de hijos de plátano ‘Barraganete’ (musa aab), en el Carmen, Ecuador. Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta, José Randy Cedeño Zambrano, Sandra Tatiana Estévez Chica, Leonardo Enrique Ave-llán Vasquéz, Dianelis del Carmen Sánchez Urdaneta, Rigoberto Miguel García Batista.	59
<b>08</b> __ Fuentes de Fósforo (p) más Cachaza con y sin Azotofos sobre los microorganismos del suelo. Maikel Abreu Jiménez, Leónides Castellanos González, Renato de Mello Prado, Enrique Rafael Parets Selva.	65
<b>09</b> __ Influencia de las distancias de siembra en el desarrollo y producción de 2 variedades de Maracuyá (pasi-flora edulis degener). Johan Vinicio Marcillo Pizarro, Erick Marcel Ordoñez Herrera, Rigoberto Miguel García Batista, Irán Rodríguez Delgado.	70
<b>10</b> __ La Contaminación de las aguas: Propuesta de actividades para desarrollar la Educación Ambiental. Danay Domínguez Pacheco, Yamirka Suárez Sánchez, Yaite Rodríguez Lence.	80

.....	88
<b>11</b> __ Las TIC como herramientas para la transferencia de tecnología y gestión del conocimiento en el sector agropecuario.	
Lilia Constanza Molano-Bernal, Leidy Patricia Tibaduiza-Castañeda, Germán Andrés Aguilera-Arango, Dubert Yamil Cañar-Serna, José David Barberá-Tomas.	
.....	96
<b>12</b> __ Índices de diversidad florística forestal en la Reserva Ecológica Arenillas	
Alex Dumany Luna Florin, Arturo Widberto Sánchez Asanza, Jaime Enrique Maza Maza, José Eduardo Castillo Figueroa.	
.....	104
<b>13</b> __ Microbiota del suelo bananero: identificación, selección, propagación y conservación de hongos benéficos	
William Yandrick Merchán Flores, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista, Julio Enrique Chabla Carillo	
.....	115
<b>14</b> __ Monocultivos en la cuenca del río Vinces (Ecuador) y su relación de la demanda de agua para riego.	
Jose Luis Muñoz Marcillo	
.....	124
<b>15</b> __ Nivel de daño económico de moluscos plagas en Lactuca Sativa l. del Organopónico t-15.	
Erislandy José Becerra Fonseca, Maité Nodarse Castillo, Arianny Pérez Fernández, Leónides Castellanos González, Alan Rivero Aragón.	
.....	130
<b>16</b> __ Evaluación de los parámetros de calidad y efectividad biológica de <i>Cephalonomia stephanoderis</i> Betrem en condiciones de la provincia de Cienfuegos.	
Pedro Leonel Alonso Consuegra, Ana Luisa Rodríguez, Clara Elvira Monzón Rodríguez, Reinado Delgado Porres, Yhosvanni Pérez Rodríguez.	
.....	139
<b>17</b> __ Respuesta Agronómica y Fitosanitaria de plantas de Tomate ( <i>solanum lycopersicum</i> l.) a la aplicación de Quitosano en condiciones controladas.	
Jorge Stiven Chanaluisa-Saltos, Ana Ruth Álvarez Sánchez, Juan José Reyes-Pérez, Nidia Araiza Lizarde.	
.....	146
<b>18</b> __ Evaluación del riego con enrolladores y requerimientos hídricos en caña de azúcar ( <i>sacharum officinarum</i> l.) en la UBPC “El Limpio”	
Reinaldo Pérez Armas, Juan Miguel González Rodríguez, Lissett Ponce Rancel	
.....	152
Normas de publicación	

EDITORIAL

*Dra. C Annette Padilla Gómez*<sup>1</sup>

**E-mail:** [alpadilla@ucf.edu.cu](mailto:alpadilla@ucf.edu.cu)

<sup>1</sup>*Universidad de Cienfuegos*

La soberanía alimentaria, capacidad de la nación para producir alimentos

Representantes del cuerpo diplomático acreditado en Cuba recibieron este viernes 18 febrero 2022, una detallada explicación sobre el Plan nacional de soberanía alimentaria y educación nutricional, que entre otros propósitos busca elevar la producción agropecuaria y sustituir importaciones

La soberanía alimentaria o soberanía popular alimentaria es el derecho de los pueblos a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos con base en la pequeña y mediana producción y no en el agroextractivismo.

En el presente número se presentan artículos que evidencian lo relacionado con la no utilización en cantidad de pesticidas, herbicidas y productos químicos, recomendando para una producción de alimentos sustentables el uso de compuestos orgánicos que se encuentran de manera natural en el suelo o en el ambiente. Esa es la evidencia más significativa que muestra en qué medida la forma de producir y consumir alimentos ha generado una tendencia más insostenible con los ecosistemas y recursos naturales del planeta.

GRACIAS

Directora de la Revista

# 01

## APLICACIÓN NIC 41 “ACTIVOS BIOLÓGICOS” EN LAS EMPRESAS CAMARONERAS, PROVINCIA EL ORO –ECUADOR

### NIC 41 “BIOLOGICAL ASSETS” APPLICATION IN SHRIMP COMPANIES, EL ORO PROVINCE - ECUADOR

Rosana de Jesús Eras Agila<sup>1</sup>

Email: [reras@utmachala.edu.ec](mailto:reras@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0172-7271>

Carlos Joel Cabrera Peñaloza<sup>1</sup>

Email: [ing\\_joel15@hotmail.com](mailto:ing_joel15@hotmail.com)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0439-3951>

Margot Isabel Lalangui Balcazar<sup>1</sup>

Email: [mlalangui@utmachala.edu.ec](mailto:mlalangui@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0281-7252>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. El Oro-Ecuador

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Eras Agila, R.J., Cabrera Peñaloza, C. J., Lalangui Balcazar, M. I. (2022). Aplicación Nic 41 “activos biológicos” en las Empresas Camaroneras, Provincia el Oro –Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 6-12. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

En el Ecuador la acuicultura se orienta significativamente en la actividad camaronera, históricamente esta ocupación ha venido ofreciendo grandes contribuciones para la economía ecuatoriana llegando a ocupar en los últimos años el primer lugar de exportación entre la producción no petrolera del país y debido a la trascendencia socio-económica, es importante proveer la información financiera oportuna, real y confiable a los productores camaroneros para la respectiva toma de decisiones. En este contexto es preciso conocer la aplicabilidad de la NIC 41, activo biológico en la contabilización de la cría de camarón en el proceso productivo, que por obligatoriedad en las actividades agropecuarias las empresas deben reflejar el cumplimiento de la misma en sus informes financieros. El objetivo de este estudio es el análisis de la aplicación NIC 41 en cultivos de ciclo corto como es la cría de camarón para fines comerciales. La metodología que se aplica en la presente investigación es descriptiva no experimental y, para determinar la contabilización que las empresas realizan en el proceso productivo se llevó a cabo una encuesta a especialistas y profesionales contables de las empresas productoras, donde se obtuvo información relacionada a la contabilización, permitiendo conocer que el 80% utilizan cuentas de resultados, así mismo se conoce que el 60% realiza el reconocimiento del activo biológico y el 6,7% realizan los registros activando los costos, el mecanismo aplicado demuestra ciertos inconvenientes en el reconocimiento y valoración del activo biológico, ya que la generalización de la norma dificulta el tratamiento contable, de manera especial del ciclo corto.

#### Palabras clave:

Activo biológico, camarón, productores camaroneros.

#### ABSTRACT

Historically, this occupation has been offering great contributions to the Ecuadorian economy, and in recent years it has come to occupy the first place in exports among the country's non-oil production. Due to its socio-economic importance, it is necessary to provide timely, real and reliable financial information to shrimp producers for the respective decision-making process. In this context, it is necessary to know the applicability of IAS 41, biological asset in the accounting of shrimp farming in the production process, which is mandatory in agricultural activities and companies must reflect compliance with it in their financial reports. The objective of this study is to analyze the application of IAS 41 in short-cycle crops such as shrimp farming for commercial purposes. The methodology applied in this research is descriptive and non-experimental, and to determine the accounting that the companies carry out in the production process, a survey was carried out with specialists and accounting professionals of the producing companies, where information related to accounting was obtained, allowing to know that 80% use income statement accounts, and it is also known that 60% recognize biological assets and 6.7% make the records by activating costs. The mechanism applied shows certain inconveniences in the recognition and valuation of biological assets, since the generalization of the standard makes accounting treatment difficult, especially for the short cycle.

#### Keywords:

Biological assets, shrimp, shrimp producers.

## INTRODUCCIÓN

En el ejercicio profesional contable la vigencia de las normas es primordial, la aplicación de las mismas en las diversas actividades que se desarrollan en las empresas, la información proporcionada en los estados financieros debe cumplir con los suficientes soportes documentados dando fiel cumplimiento a la veracidad de la realidad económica empresarial. Sin lugar a duda el esfuerzo realizado por las empresas en sus diversas actividades agrícolas, ganaderas tales como la floricultura, acuicultura, silvicultura, apicultura, seres vivos plantas y similares, tiene vital importancia en el desarrollo socio económico en diversos países (Tamayo et al., 2017).

En tal sentido, las empresas que desarrollan actividades agropecuarias deben contabilizar los procesos productivos conforme lo establece la NIC 41. Sin embargo, la ausencia de ciertas directrices contables que surgen durante el proceso de transformación biológica en el desarrollo productivo agrícola, especialmente en lo que tiene que ver con la existencia de cultivos de ciclo corto, de cierta forma resulta compleja la aplicación de un modelo contable basado en la norma, cuyos modelos que se mencionan son al costo histórico y valor razonable, siendo hoy muy utilizado el "principio de valor razonable obligatorio para valorar determinados activos en los estados financieros" (Mancini 2016, p. 122).

Por esta razón es preciso conocer la aplicabilidad de la NIC 41 activo biológico en la contabilización de la cría de camarón en el proceso productivo, que por obligatoriedad en las actividades agropecuarias las empresas deben reflejar el cumplimiento de la misma en sus informes financieros (Reyes et al., 2019); de igual manera para aquellos que tienen los bosques pre-comerciales en donde la valoración a valor razonable permite presentar la información relevante en los balances para los usuarios, donde no solo está la transformación del activo biológico sino también el impacto de las condiciones del mercado (Acuña, Eduardo et al., 2020).

La presente investigación es de tipo descriptiva no experimental, que, mediante la encuesta a contadores y asistentes contables de empresas productoras, busca que la aplicación de esta norma tanto en el proceso de transformación biológica del camarón, la forma de registrar contablemente y las dificultades se genera en el procedimiento contable en el activo biológico, de ciclo corto visto desde las apreciaciones profesionales en relación a esta norma.

En referencia a los antecedentes de la norma NIC 41, su gestación se inicia desde 1994 con la decisión del Comité de Normas Internacionales de Contabilidad (IASB) quien delimita los problemas importantes relacionados con las empresas que desarrollan actividades agropecuarias, que en lo posterior el Consejo de Normas internacionales de Contabilidad (IASB) en el 2003, aprueba la versión definitiva de la norma internacional de contabilidad Agricultura NIC 41, la misma que emite los criterios técnicos para reconocer, evaluar, registrar y presentar las

transacciones económicas relacionadas con las actividades agropecuarias y similares.

No obstante, en junio del 2014, el Consejo de Agricultura a través de un alcance realiza una modificación sobre Plantas productoras, comprometiendo a la NIC 16 sobre Propiedad Planta y Equipo para incluir a las plantas productoras que están relacionadas con la actividad agrícola (NIC 41, 2006), quedando fuera la actividad camaronera de esta reforma por tratarse producción de ciclo corto y específicamente en crianza de animales vivos. De igual manera, la NIC 41 establece que "la medición de los activos biológicos y de los productos agrícolas deben hacerse según el valor razonable desde el momento del reconocimiento inicial de estos activos" (Sosa E., 2016, p.36).

En este contexto, los productores camaroneros continuamente luchan por mantener la sobrevivencia del crustáceo en la actividad, pese a diversos factores como el clima, enfermedades, financiamientos, políticos que de alguna manera afecta la capacidad productiva (Valverde y Varela, 2018). La industria camaronera tiene un creciente desarrollo productivo que consiste en la siembra, crianza y desarrollo para luego ser comercializado, por lo que deben aplicar la NIC 41 en el proceso contable mediante el reconocimiento y valoración de los activos biológicos (Reyes et al., 2019).

Por tanto, la actividad acuícola en el Ecuador está regulada por la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca, que en su Reglamento Art. 69 establece: "La actividad acuícola comprende la fase de cultivo, procesamiento, comercialización interna y externa y las actividades conexas" (Asamblea Nacional, 2020, p.17).

En el Reglamento la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero en el artículo 68.2 también establece que: "*Acuicultura comercial es el cultivo de organismos acuáticos cuyo objetivo es maximizar las utilidades, practicado por productores de pequeña, mediana y gran escala que participan activamente en el mercado comprando insumos e involucrándose en la venta de su producción fuera de la granja*" (Asamblea Nacional, 2020, p.17).

La actividad relacionada a la camaronicultura tiene sus inicios en el año 1964, haciendo extensiva su producción en 1981, con amplias áreas de producción de camarón y ocupando el segundo lugar en la generación de ingresos por divisas al país, forma parte del desarrollo sostenible de la explotación de recursos naturales, incorporando nuevas tecnologías con el fin de asegurar la calidad del producto para cumplir con la alta demanda internacional del crustáceo y mantener la estabilidad empresarial (Uzcátegui et al., 2016).

Así, a través del tiempo, las actividades económicas enfocadas a la producción de camarón en el sector costero ecuatoriano, se incrementa considerablemente y esto se debe a la comercialización-exportación del producto como es el camarón (Narváez et al., 2016). Por lo que Gonzaga et al. (2017), señalan que la producción camaronera ecuatoriana tiene una gran ventaja por el clima

existente en el país, le permite obtener tres cosechas al año, frente a otros grandes competidores a nivel internacional entre otros, Tailandia con dos ciclos por año y China con un ciclo.

La producción y exportación de camarón recompensa esencialmente mediante rubros económicos, actividades comerciales complementarias a la industria dentro del territorio o región, beneficiando en términos laborales aproximadamente 200 mil familias que dependen de la producción camaronera en el país, además en el contexto del cultivo se adicionan los laboratorios de larva, procesadoras de balanceado, insumos, logística, transporte, empacadoras, entre otros, que permiten a los productores competir y ofrecer su producto en mercados internacionales (Varela et al., 2017). En relación a la importancia que representa la actividad camaronera, por el aporte socio-económico que representa para el país, es inevitable realizar una revisión de la norma que en su marco legal regula la información contable de la explotación agrícola como es la NIC 41. Por consiguiente, el objetivo de este estudio es el análisis de la aplicación de la normativa NIC 41 en la cría de camarón en las empresas productoras de la provincia de El Oro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación utiliza las plataformas digitales que, mediante la revisión de la información pública de los organismos de control, se realizó la observación de las empresas que se encuentren activas cuya actividad es la producción de camarón en cautiverio en la provincia de El Oro, en las que se aplicará el instrumento de recolección de datos.

Al ser una investigación de tipo descriptiva no experimental, aplica el método deductivo que con la encuesta como entrevista dirigida a los contadores y asistentes contables de las empresas productoras de camarón en cautiverio, siendo ellas Pymes con domicilio fiscal en la provincia de El Oro, mediante la visita in situ se recolecta la información aplicando los instrumentos de las técnicas expuesta siendo un cuestionario cerrado y mixto respectivamente, las mismas que informan sobre la aplicación de la NIC 41 y la forma de sus registros contables en la contabilidad de la entidad.

Se involucra a los actores de la información contable, de ahí que la encuesta se enfoca a contadores y asistentes contables de las empresas, evento que se realizó durante los meses de Julio y agosto del 2019. Por lo tanto, se selecciona aleatoriamente 25 empresas de las cuales dieron apertura 15 para entregar información a través de encuesta y entrevista sobre la aplicación de la NIC 41 y sus registros contables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información contable de las empresas agropecuarias se basará en principios contables y la normativa correspondiente, en este sentido, las empresas camaroneras encuestadas, presentan las normas aplicadas en la actividad productiva como es el camarón en cautiverio. En la

tabla 1 se muestra las normas que según la encuesta las empresas aplican en el proceso contable.

Norma	%
NIFF	6,70%
NIC 2	0
NIC 41	86,60%
NIC 16	6,70%
TOTAL	100%

Nota. Esta tabla demuestra la aplicación de las normas contables en las empresas agropecuarias.

En la tabla 1 se demuestra que el 86,6% de las empresas camaroneras encuestadas, señalan que la norma contable que regula la actividad agropecuaria es la NIC 41, destacando de esta manera el reconocimiento de la misma para su respectiva aplicación. En este sentido, apoyados en Franco et al. (2018) se concuerda, que a partir de una nueva aplicación de regulación contable, propende la elaboración y presentación de información financiera que sea comprensible, transparente, pertinente, confiable y comparable, de utilidad para los usuarios que tomen las debidas decisiones; de ahí que esta actividad camaronera no puede estar fuera de la exigencia de estas regulaciones internacionales como lo son las normativas contables (NIC-NIIF), se observa en la tabla 2.

Criterio	Porcentaje
Exigible	53,3%
Relevante	6,7%
Voluntario	20%
No contestó	20%
TOTAL	100%

Nota. Esta tabla demuestra la aplicabilidad de la NIC 41 en la contabilidad de las empresas, según los criterios expuestos.

En referencia a la Tabla 2, se refleja un 53,3% como exigible la aplicación de la NIC 41 en la contabilidad de las empresas camaroneras encuestadas, dando importancia a la confiabilidad y razonabilidad a la información proporcionada en los estados financieros, sin embargo, se observa que existe una diferencia del 46,7% que se encuentra muy distante de la exigibilidad de la misma. La correcta aplicación de la normativa y considerando la importancia permite la toma de decisiones, demostrado en la siguiente tabla.

Criterio	%
Muy satisfactorio	66,70%
Poco satisfactorio	0%
Indiferente	33,30%
No aplica	0%
TOTAL	100%

Nota. Esta tabla demuestra la satisfacción de la información financiera, por la aplicación de la NIC 41 en las empresas camaroneras.

En la tabla 3, la aplicación de la norma en la contabilidad de las empresas camaroneras encuestadas, se observa que un 66,7% es atribuible al criterio de muy satisfactorio, lo que se estaría presentando la información confiable en los estados financieros considerándose relevante para la toma de decisiones por parte de los accionistas. No obstante, el 33,3% podrían mantener sus causales para no priorizar la importancia de la información.

Criterio	Porcentaje
Muy Satisfactorio	86.6%
Poco satisfactorio	13,4%
Ninguno	0
TOTAL	100%

Nota. Esta tabla demuestra el grado de conocimiento de los profesionales contables en la aplicabilidad de la NIC 41 en la contabilidad de las empresas camaroneras.

En la tabla 4, se observa un 86,6% relacionado al criterio de muy satisfactorio, en cuanto al conocimiento, capacidad y preparación que tienen los profesionales en el área contable de la actividad camaronera. Esto permite considerar el grado de preparación constante que le faculta cumplir con responsabilidad su rol profesional proporcionando información fiable y oportuna en los estados financieros de las empresas.

Cuentas contables	Porcentaje
Activo Biológico	73,3%
Inventario	26,7%
TOTAL	100%

Nota. Esta tabla demuestra la determinación del costo en aplicación de las cuentas contables en la contabilidad de las empresas camaroneras según la NIC 41.

En la tabla 5, se observa que el 73,3% de las empresas camaroneras encuestadas utilizan la cuenta Activo biológico para contabilizar los costos en el proceso y transformación del activo biológico camarón, en concordancia con las tablas 1 y 4 se refleja el conocimiento de la norma en la práctica contable de los profesionales del área.

En relación a la entrevista a contadores y asistentes contables de las empresas camaroneras, se aplicó el formulario de preguntas sobre el procedimiento de la aplicación de los materiales, mano de obra, costos comunes de explotación (elementos del costo), registros contables y el modelo de medición del activo biológico que emplea la empresa.

Procedimiento	Porcentaje
Prorratio	28,9%
Por piscina	28,9%
Por producción	42,2%
No costea	0
TOTAL	<b>100%</b>

Nota. Esta tabla demuestra el procedimiento que realizan las empresas camaroneras en la aplicación del costo durante el proceso productivo.

En la tabla 6 se observa que las empresas camaroneras entrevistadas, tienen diversas formas en la aplicación de los costos, teniendo relevancia en dicho procedimiento por producción con el 42,2%. Sin embargo, la diferencia se distribuye equitativamente en cuanto a la aplicación de los elementos del costo en prorratio y por piscina con el 28,9% presentando un control de los costos más minucioso en el proceso de producción.

Código	Cuenta Contable	Porcentaje
5	Costos y Gastos	80%
1	Activo	6,7%
	No contestó	13,3%
TOTAL		100%

Nota. Esta tabla demuestra la codificación de las cuentas contables y su afectación en los estados financieros.

De acuerdo a la tabla 7, sobre la entrevista realizada a los profesionales del área, se observa que el 80% aplica la codificación de los registros contables con afectación a las cuentas de resultados y, haciendo referencia a la NIIF sección 34, estarían aplicando NIC 8 políticas contables, dejando entrever que no se estaría realizando la activación durante el desarrollo del activo biológico. No obstante, el 6,7 % presentan la codificación con afectación al Estado de Situación Financiera, manifestando la

activación de los costos en el activo biológico, sin embargo, el 13,3% restante se limitó a dar la respuesta.

Tabla 8 <i>Reconocimiento y Modelo de Medición del Activo Biológico, aplicado en las empresas.</i>	
Modelo	Porcentaje
Modelo a Valor Razonable	60,0%
Modelo valor razonable y al Costo	13,3%
Modelo al Costo	13,3%
No contestó	13,4%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Nota. Esta tabla demuestra el modelo de reconocimiento y medición del activo biológico según la NIC 41 que aplican en las empresas camaroneras.

En referencia a la tabla 8, se observa que el 60% aplican el modelo de Valor razonable en el reconocimiento y medición del activo biológico, conforme lo establece la NIC 41, también se advierte que el 13,3% de los entrevistados combinan los modelos tanto de valor razonable, como al costo, por lo que se consideraría que existe una dificultad al realizar la medición del activo biológico cuando al cierre del periodo no existe mercado activo durante el desarrollo del crustáceo. Por lo que debe considerar lo que la norma establece para reconocer como activo biológico siendo que el activo sea resultado de sucesos pasados, fluya a la entidad beneficios económicos futuros asociados con el activo y su valor razonable o el coste del activo puedan ser valorados de forma fiable; la aplicación de la norma puede ocasionar pérdidas o ganancias se deben incluir en la ganancia o pérdida del ejercicio contable en que aparezcan.

La falta de aplicación de la normativa en algunas empresas camaroneras se debería, a que no se pueda determinar de forma fiable el valor razonable, no obstante, la misma norma establece una forma de ser valorados según su coste menos la amortización acumulada y cualquier pérdida acumulada por deterioro de valor, de ahí que depende del conocimiento y destreza que tenga el profesional contable para aplicar de forma confiable la norma, Ayala (2018) la actividad agrícola tiene un proceso ganancial distinto, siendo su prioridad la transformación biológica de plantas y animales a través de la gestión empresarial, es decir, que en el crecimiento y producción, cambios cuantitativos y cualitativos se genera la ganancia o resultados, marcando la diferencia de otras actividades, haciendo énfasis que el reconocimiento de los resultados por producción es el gran acierto de esta norma. Sin embargo, es necesario entender la distinción entre activos biológicos, dependiendo si son plantas o animales, de tal manera que las mediciones de cada grupo serán distintas Sosa (2016), la gestión empresarial contribuirá para la transformación biológica de estos activos con el fin de convertirlos en productos agrícolas o en otros activos biológicos.

En la actualidad, Ecuador no cuenta con una clasificación estandarizada en cuanto a las plantas productoras por

su ciclo de vida, como tampoco directrices a considerar en una clasificación contable en cuentas activo corriente de los activos biológicos de ciclo corto, que faciliten el tratamiento contable a los profesionales pertinentes, quienes deben presentar información razonable de las actividades denominadas especiales, durante el proceso productivo y al cierre del periodo, donde deben realizar las respectivas mediciones según los modelos como son del costo o valor razonable, esta clasificación debería ser apegada a la realidad de producción del sector agrícola, ya que, por la diversidad de clima, es conocido que en el país existe variedad de cultivos de ciclo corto proporcionando con ingresos al estado, así como también generando estabilización laboral a nivel nacional.

Al respecto, Colombia tiene una clasificación de activos biológicos propias de su país, reglamentada a través del Decreto 2784 de diciembre de 2012. Así como también las NIIF para las pymes y su reglamentación a través del decreto 3022 del 27 de diciembre del 2013, sobre el marco técnico normativo para los preparadores de información financiera (Rodríguez y Ruiz, 2016). Por la gestión realizada mediante el proceso gerencial para la transformación biológica expuestas en plantas y animales, las diversas explotaciones que por su naturaleza agrícola tienen sus propias particularidades, hacen que sean diferentes en su tratamiento contable en relación a otros activos, lo que es un desafío para las universidades y empresarios agrícolas (Cruz-Cabrera et al., 2020).

Autores como Peña (2019), que cita investigaciones realizadas por Benavente (2010), Ceriani y Vigil (2014) quienes presentan diversos criterios sobre la aplicación de la norma, no obstante, en lo que sí logran coincidir ciertos autores de América Latina sobre este tema, es que “no se debe aplicar exactamente, porque está expuesta a subjetividades y distintas interpretaciones” (p.67), por lo que refieren que la actividad contable en la agricultura presenta particularidades y que históricamente no han sido consideradas en la contabilidad, por las características pertinentes que distingue a esta actividad, precisamente es tratada como especial (Patiño-Jacinto & Vásquez-Quevedo, 2013), derivado por la forma en que acontecen los hechos económicos en este sector.

Meneses y Gordillo (2016) citado por Peña (2019) exponen sobre la valoración de los activos biológicos en Colombia, se describen los principales cambios que supone la NIC 41 con respecto a la norma local contable, este trabajo conduce a exponer la dificultad de medir al valor razonable de los activos biológicos desde el punto de vista de la piscicultura, el problema es cuando no hay un mercado activo en el proceso de desarrollo o transformación del activo biológico para poderlo valorar a valor razonable, ya que esto será medible a valor de mercado y en caso de hacerlo no se estaría reconociendo los costos incurridos por lo tanto tal valoración no sería fiable. Reyes et al. (2018) su dificultad en la medición de los activos biológicos en Colombia es por el método y al no poder medir la transformación biológica a la fecha de presentación de los estados financieros como lo son el método de precio en el mercado sobre activos similares,

el método de identificación de la transacción más reciente, el método de flujo de efectivo descontada a una tasa de descuento para valorar los activos biológicos, por la subjetividad y porque los precios en el mercado son muy volátiles lo que no se estaría informando financieramente con razonabilidad y fiabilidad.

En relación a la acuicultura, específicamente en la producción piscícola, existe una mayor fiabilidad en la medición al costo histórico por ser la transacción normal del activo y suministra evidencia de un valor de mercado en el tiempo de cosecha verificable de forma independiente, pero exponen que la medición al valor razonable del activo biológico tiene dificultad en la etapa de producción incurriendo en tiempo y gastos adicionales, sin lograr una evaluación acertada en las primeras etapas del desarrollo de los peces (Meneses y Gordillo, 2016 citado por Peña, (2019).

Por lo que, urge la necesidad de hablar en un mismo idioma con la legalidad contable, saliendo de la generalidad para que estén en armonía con la realidad de la producción agrícola y acuícola, fusionando normas contables y tributarias (Ludeña et al., 2019), de tal manera que se derrumben barreras creando modelos que respondan a criterios de transparencia y comparabilidad en la información financiera, de este modo, las organizaciones de productores agrícolas puedan encontrar respuesta a las dinámicas productiva, de hecho que esto implica que el estado ecuatoriano mantenga el compromiso de priorizar el apoyo financiero y legal al sector agropecuario.

Es perceptible la diversidad de criterios en los estudios realizados de ciertos autores sobre la forma de medir los activos biológicos, aunque los argumentos sean válidos para su aplicación de los modelos del costo o valor razonable, tampoco se pueden desconocer las dificultades que presentan en cada uno de ellos, considerando en la variedad y en su ciclo de vida de los activos biológicos.

Existe en la actualidad motivos idóneos para analizar la práctica profesional enfocada en la contabilidad de las empresas productoras de camarón, denominados activos biológicos, la aplicabilidad del valor razonable como establecen las NIIF, o al costo histórico según la NIC 41, además cabe reconocer que la administración tributaria no ha realizado un pronunciamiento oficial sobre el efecto fiscal en los estados financieros de las empresas productoras de camarón, al realizar ajustes por medición a valor razonable o costo histórico de los activos biológicos, en razón de que la empresa podría aplicar política contable, que permita proporcionar información financiera fiable y comparable.

## CONCLUSIONES

Es pertinente analizar la norma NIC 41, para su aplicación en la contabilidad de las empresas camaroneras los profesionales contables, según la encuesta el 53% consideran la exigibilidad de la normativa, sin embargo, un 86,6% de los profesionales del área expresan conocer la aplicabilidad de la norma.

La norma establece dos modelos de medición de los activos biológicos que son a valor razonable y al costo, si bien hay mercado activo en la compra de la larva, es comprensible realizar el reconocimiento inicial al costo, aunque posteriormente se presente dificultad cuando sea necesario medir al finalizar el periodo y el crustáceo aún no cuenta con valor comercial. No obstante, los datos recogidos de la entrevista a profesionales contables en las empresas camaroneras, se deja ver que se estaría aplicando política contable para ofrecer información financiera razonable, es así que en la aplicación existe combinación de modelos en un 13.3% y la aplicación del modelo al costo el 13.3%

No existe una metodología para el reconocimiento y medición del activo biológico, propia con fácil identificación para el activo biológico de ciclo corto, debido a la generalidad que presenta la norma y es por ello que su aplicación en algunos casos es subjetiva, métodos inconsistentes que hacen que los registros contables presenten una información poco fiable, razonable y comparable a los usuarios de la información financiera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., Pinto, A., Cancino, J., Sandoval, S. (2020). Valor razonable de la madera en pie en el contexto de la implementación de la NIC 41: un estudio de caso con *Pinus radiata*. *Ciência Florestal* [en línea], 30 (4), 1217-1229. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/pfnQ4MHyhTYKC-K7wfRSL5sq/?format=pdf&lang=en>
- Asamblea Nacional. (2020, 21 de abril). Reglamento a la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero. Obtenido de Actividad acuicola: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-09/LEY%20ORG%C3%81NICA%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20ACUICULTURA%20Y%20PESCA\\_1.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-09/LEY%20ORG%C3%81NICA%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20ACUICULTURA%20Y%20PESCA_1.pdf)
- Ayala, C. (2018). Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5 (no. Especial). [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182018000300005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300005)
- Cruz, L., Vecino, U., Pérez, W., Cánova, A., Echevarría, J. (2020). Gestión eficiente desde un Arreglo Productivo Local: experiencia en el sector agropecuario. *Ingeniería Industrial*, XLI (1, enero-abril). <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v41n1/1815-5936-rii-41-01-e4104.pdf>
- Franco, D., Canabal, J., Muñoz, H. (2018). La valoración de los activos biológicos desde la perspectiva de la utilidad de la información. *Nuevo Derecho*, 14 (22, enero-junio). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6651483>

- Gonzaga, S., Morán, G., Brito, B. (2017). Análisis exploratorio de buenas prácticas de manufactura del sector camaronero. "Asociación APROCAM JK" estudio de caso. Universidad y Sociedad Cienfuegos, 9 (1, enero-marzo). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100004)
- Ludeña, Y., Martínez, R., Feijoo, M. (2019). Tributación y su interacción disciplinaria. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, 11 (2, abril-junio). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000200286](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200286)
- Mancini Andrés (2016). Reconocimiento y medición de activos forestales en un modelo contable prospectivo. Valor razonable como medida de beneficios económicos futuros según marco conceptual para la información financiera, NIIF 13 y NIC 41 (Parte 1). Contabilidad y Auditoría Investigaciones en Teoría Contable, 43, 113-150. [https://www.researchgate.net/publication/312021952\\_Reconocimiento\\_y\\_medicion\\_de\\_activos\\_forestales\\_en\\_un\\_modelo\\_contable\\_prospectivo\\_valor\\_razonable\\_como\\_medida\\_de\\_beneficios\\_economicos\\_futuros\\_segun\\_marco\\_conceptual\\_para\\_la\\_informacion\\_financiera\\_NII](https://www.researchgate.net/publication/312021952_Reconocimiento_y_medicion_de_activos_forestales_en_un_modelo_contable_prospectivo_valor_razonable_como_medida_de_beneficios_economicos_futuros_segun_marco_conceptual_para_la_informacion_financiera_NII)
- Narváez, J., Mite, M., & Lovato, S. (2016). Impacto entre la actividad económica y el efecto del incremento de la recaudación tributaria en el Ecuador periodo 2010-2017. Universidad y Sociedad Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, 11(5, septiembre-octubre). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000500278&lng=es&nrm=iso&tling=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500278&lng=es&nrm=iso&tling=es)
- Norma Internacional de Contabilidad NIC 41. (2006). Activos Biológicos. Obtenido de Activos Biológicos: <http://nicniif.org/files/NIC%2041%20Agricultura.pdf>
- Patiño, R., Vásquez, N. (2013). Las características de los subsistemas contables de Colombia y México ante la convergencia a Normas Internacionales de Información Financiera. Cuadernos de Contabilidad, 14(n. especial 36, diciembre). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-14722013000300006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-14722013000300006)
- Peña, R. (2019). Experiencias en la aplicación de la NIC 41 Agricultura en países de América Latina. Revista cubana de finanzas y precios, 3(2 abril-junio), 66-76. [https://www.mfp.gob.cu/revista\\_mfp/index.php/RFCFP/article/view/08\\_V3N22019\\_RPB/140](https://www.mfp.gob.cu/revista_mfp/index.php/RFCFP/article/view/08_V3N22019_RPB/140)
- Reyes, M., Narváez, C., Andrade, R., & Erazo, J. (2019). Valoración contable de activos biológicos bajo NIIF en la empresa camaronera Biotónico S.A. Visionario Digital, 21.
- Reyes, N., Chaparro, F., & Oyola, C. (2018). Dificultades en la medición de los activos biológicos en Colombia. Contabilidad y Negocios, 13(26), 21-37. <https://doi.org/10.18800/contabilidad.201802.002>
- Rodríguez, D., Ruiz, J. (2016). Comparación del tratamiento contable y financiero de la NIC 41 agricultura- NIIF para pymes, sección 34: actividades especiales y el decreto 2649 de 1993. In Vestigium Ire, 10, 180-197. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1187/1172>
- Sosa, E. (2016). La hibridación de modelos para la medición de activos según las normas internacionales de información financiera (NIIF). Tec Empresarial, 10(2 agosto-octubre), p 29-40. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tec/v10n2/1659-3359-tec-10-02-00029.pdf>
- Tamayo, G., Mancheno, C., Pardo, M., Fierro, P. (2017). La armonización contable basada en las Normas Internacionales de Contabilidad y. Scielo Cofin, 11 (1 enero-junio). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000100010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000100010)
- Uzcátegui, C., Solano, J., & Figueroa, P. (2016). Sobre la sostenibilidad de los recursos naturales a largo plazo industria amaronesa ecuatoriana. Universidad y sociedad, Cienfuegos, 8(3 mayo-agosto). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000300022](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300022)
- Valverde, J. y Varela, A. (2018). Cultivo comercial de camarones Litopenaeus vannamei en Costa Rica durante El Niño 2015: incidencia de enfermedades. Rev Inv Vet Perú, 29(1), 188-204. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v29n1/a19v29n1.pdf>
- Varela, H., Elizalde, B., & Solórzano, S. (2017). Exportación de camarón de la provincia de El Oro en el contexto del Tratado Comercial con la Unión Europea. Espacios, 38(61). <https://www.revistaespacios.com/a17v38n61/a17v38n61p24.pdf>

# 02

## DIAGNÓSTICO DEL CLIMA ORGANIZACIONAL EN LA BIOFÁBRICA DE CAÑA DE AZÚCAR DE VILLA CLARA

### DIAGNOSTIC OF THE ORGANIZATIONAL ENVIRONMENT IN THE BIO FACTORY OF SUGAR CANE OF VILLA CLARA

Nolivio López Díaz<sup>1</sup>

Email: [nolivio@ucf.edu.cu](mailto:nolivio@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-0463>

Idesnel Banguela Pérez<sup>2</sup>

Email: [idesnelbp@nauta.cu](mailto:idesnelbp@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4758-1848>

Julio Cesar Suárez García<sup>3</sup>

Email: [julios@uclv.edu.cu](mailto:julios@uclv.edu.cu), <https://orcid.org/0000-0003-3476-8686>

Diamis Zenaida Valdés Francesena<sup>3</sup>

Email: [diamis@uclv.edu.cu](mailto:diamis@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5495-5003>

Iliana Arias Díaz<sup>3</sup>

Email: [ileanaad@uclv.edu.cu](mailto:ileanaad@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4779-0500>

Centro Universitario Municipal de Cruces. Cienfuegos. Cuba.<sup>1</sup>

ESBU Javier Calvo Formoso, Villa Clara, Cuba.<sup>2</sup>

Centro Universitario Municipal de Ranchuelo, Villa Clara. Cuba.<sup>3</sup>

Cita sugerida (APA, séptima edición)

López Díaz, N., Banguela Pérez, I., Suárez García, Julio César T., Stalin Fernando, Álvarez Sánchez, Valdés Francesena, Diamis Z., Arias Díaz, I. (2022). Diagnóstico del clima organizacional en la Biofábrica de Caña de Azúcar de Villa Clara. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 13-22. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la provincia de Villa Clara, municipio Ranchuelo, Cuba, específicamente en la Biofábrica de la Caña de Azúcar. Se trazó como objetivo: Diagnosticar el clima organizacional en la Biofábrica de la Caña de Azúcar, perteneciente a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la provincia de Villa Clara. Se utilizó la metodología cualitativa, aplicándose la entrevista en profundidad, la observación participante, encuestas a los trabajadores y un cuestionario al equipo de dirección. Como resultado de la investigación se diagnosticó el estado del clima organizacional, el cual posee una serie de aspectos positivos como aplicación de medidas de protección a los trabajadores y otros. También posee aspectos negativos como exposición a sustancias químicas nocivas, limitaciones a la comunicación interpersonal impuestas por el proceso productivo, etc. Las principales conclusiones fueron que la organización posee valores propios y un adecuado desempeño en el puesto de trabajo, debiéndose trabajar en la motivación de sus miembros. El clima organizacional es susceptible de ser mejorado a través de la aplicación de acciones previamente planificadas, para satisfacer las inquietudes y expectativas de los miembros de la organización.

#### Palabras clave:

Clima organizacional; diagnóstico; Biofábrica; caña de azúcar; Cuba.

#### ABSTRACT

The present investigation was developed in the Station of Investigations of Sugar cane of the county of Villa Clara, Ranchuelo municipality, Cuba, specifically in the Bio factory of the Sugar cane. It was traced as objective: To diagnose the organizational environment in the Bio factory of the Sugar cane, belonging to the Territorial Station of Investigations of the Sugar cane of the county of Villa Clara. The qualitative methodology was used, being applied the interview in depth, the participant observation, surveys to the workers and a questionnaire to the producers' team. As a result of the investigation, the state of the organizational environment was diagnosed, which possesses a series of positive aspects as application of protection measures to the workers and others. It also possesses negative aspects as exhibition to noxious chemical substances, limitations to the interpersonal communication imposed by the productive process, etc. The main conclusions were that the organization possesses own values and an appropriate acting in the work position should work in the motivation of their members. The organizational environment is susceptible of being improved through the application of previously planned actions to satisfy the restlessness and expectations of the members of the organization.

#### Keywords:

Organizational environment; diagnostic; Bio factory; sugar cane; Cuba.

## INTRODUCCIÓN

Las organizaciones poseen a su disposición recursos materiales, financieros y humanos para su desempeño, los cuales deben ser correctamente administrados para la consecución de sus metas.

Las organizaciones deben asumir retos en su gestión estratégico-filosófica, centrados en enfoques humanísticos, lo que conlleva a formar al mejor talento humano para afrontar la incertidumbre, y genere el ganar como estrategia en donde se empodere la organización, se beneficie a los colaboradores y se maximice la productividad. (Colina & Albites, 2020, p.168)

La psicología organizacional a la hora de abordar la organización, parte de una multiplicidad de conceptos, tanto en la evolución del mismo como lo que existe en la actualidad.

Al atender a los parámetros de base en la definición de organización, es difícil desligar al hombre del contexto en la sociedad actual, ya no sólo es un participante activo de un centro de producción o de prestación de servicios, sino que a su vez el mismo es formado y atendido en escuelas, hospitales, organizaciones políticas o religiosas; todo lo que refleja en mayor o menor medida el valor de poder conocer las diversas variables, condiciones, diferencias y funcionamiento de las organizaciones.

Pantoja y Garza (2019) plantean que *“La administración forma parte integral de las actividades que realiza el ser humano a fin de convivir y lograr sus objetivos personales y los que elige establecer en sociedad”* (p.142).

González et al. (2020), define a la gestión administrativa como: el conjunto de actividades que se realiza para dirigir una organización, mediante la conducción de un conjunto de tareas, recursos y esfuerzos, su capacidad para coordinar y dirigir las acciones y las diferentes actividades que se desarrollan dentro de la empresa, que permitan prevenir problemas y alcanzar los objetivos planteados. (p.34)

A su vez Gómez & Topete (2018) plantean que la gestión organizacional,

Cumplirá con el objetivo de mejorar la productividad, sustentabilidad y competitividad, asegurando la viabilidad de la empresa en el corto plazo, y se concibe como el conjunto de servicios que prestan las personas, dentro de las organizaciones y debe ser entendida como el arte de la organización de los actores y recursos. (p. 415)

Una organización debe administrar su capital humano con visión estratégica para lograr cumplir sus objetivos, alcanzando un desempeño laboral adecuado a las expectativas trazadas.

La administración del desempeño laboral es el proceso mediante el cual la empresa asegura que el colaborador trabaje alineado con las metas de la organización, así como las prácticas a través de las cuales el trabajo es definido y revisado, las capacidades son desarrolladas y

las recompensas son distribuidas en las organizaciones. (Hanco et al., 2021, p.189)

Las demandas laborales se definen como aquellos aspectos del trabajo (físicos, psicológicos, sociales u organizacionales) que requieren esfuerzos por parte del trabajador, teniendo consecuencias asociadas. Por su parte, los recursos laborales hacen referencia a los aspectos de los contextos de trabajo (físicos, psicológicos, sociales u organizacionales) que ayudan a lidiar con las demandas, facilitando el cumplimiento de objetivos y estimulando el crecimiento y desarrollo del trabajador (Bakker & Demerouti, 2018; Hakanen et al., 2017).

Los riesgos de trabajo están dados por la ocurrencia de accidentes de trabajo y la aparición de enfermedades profesionales.

Los riesgos derivados de la seguridad y el uso de la tecnología según la Organización Internacional del Trabajo (OIT):

Son aquellos peligros que resultan de la falta de protección para el trabajador en el uso de máquinas, el contacto con instalaciones con tensión eléctrica, los trabajos en altura sin los sistemas anticaída, entre otros. La seguridad implica el uso de técnicas que permitan eliminar o reducir el riesgo de sufrir lesiones en forma individual o daños materiales en equipos, máquinas, herramientas y locales. (OIT, 2014, p.18)

Entre las condiciones de trabajo se identifican:

- Las características de los locales, infraestructura, equipos, productos y los útiles en el sitio de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos del ambiente de trabajo y la intensidad o concentración a que se expone el trabajador.
- Los procedimientos empleados para el manejo de los agentes mencionados anteriormente, los cuales generan riesgos laborales.
- Características de trabajo impuestas por la organización condicionando el nivel de exposición a los riesgos del trabajador.

Salvador (2018) considera que se le brinda más atención a los riesgos físicos y químicos que a los psicosociales.

La exposición a condiciones de trabajo adversas, puede conducir al desarrollo de enfermedades profesionales, de acuerdo a Lobato (2016) *“La valoración de una enfermedad como profesional exige poner en correlación conceptos médicos y legales que permitan determinar la existencia de una patología concreta y su relación con los riesgos presentes en el trabajo”* (p. 94).

La administración del desempeño laboral es el proceso mediante el cual la empresa asegura que el colaborador trabaje alineado con las metas de la organización, así como las prácticas a través de las cuales el trabajo es definido y revisado, las capacidades son desarrolladas y las recompensas son distribuidas en las organizaciones. (Hanco et al., 2021, p.189)

La comunicación dentro del grupo, es otro de los factores de importancia a la hora de comprender su dinámica, sin este proceso no se desarrolla ningún proceso organizacional y no existe la posibilidad de influencia del grupo sobre el individuo.

Pineda (2020) expone que *“el bienestar de los empleados es un tema relevante para la organización, y la comunicación como proceso constructivo promueve la comprensión y adaptación de todo el personal al entorno corporativo. Este tipo de comunicación, es denominado comunicación interna”* (p.14).

Pujol Cols y Dabos (2021), refieren que *“los empleados pueden desarrollar vinculaciones emocionales muy diferentes con su trabajo, las cuales condicionan los motivos por los que estos eligen determinadas ocupaciones y, en definitiva, sus respuestas frente al trabajo”* (p.480)

El bienestar de los trabajadores, influye sobre el nivel de motivación hacia la labor que realizan. Debe tenerse en cuenta que *“La motivación para los trabajadores se deriva de una interacción compleja entre los motivos internos de las personas y los estímulos de la situación o ambiente”* (Manjarrez et al., 2020, p.361).

*La motivación en la mayoría de los entornos es un elemento muy complicado de manejar, si un empleado no tiene capacidad para realizar sus tareas, puede ser enviado a capacitarse para instruirse y conocer nuevas habilidades laborales si esta persona no puede aprender estas habilidades pasaría a labores más simples, siendo reemplazado por un empleado más efectivo, concediéndole obviamente las herramientas necesaria para realizar su trabajo; esto permitiría que el empleado se sienta motivado y trabaje en forma más eficiente.* (Manjarrez et al., 2020, p.360)

Pérez Gálvez et al. (2021) postula que *“la motivación es un antecedente de la satisfacción y la satisfacción es un antecedente de la repetición (lealtad)”* (p.118), por lo tanto, es la base de lograr interacciones duraderas en cualquier plano.

Las relaciones interpersonales juegan un importante papel dentro de una organización, las mismas según Hanco et al. (2021) se definen desde el punto de vista empresarial como *“la capacidad que tiene la persona de cooperar y trabajar con sus compañeros, estableciendo una meta a conseguir y organizando el trabajo diario para no entorpecer el desempeño profesional de otros”* (p.188).

Se puede cultivar las buenas relaciones humanas con las demás personas, teniendo con ello una comunicación efectiva, y practicando la interacción, además de tomar en cuenta que cada persona es diferente a otra y dependiendo de las características de cada una se definirá una conducta buena o mala de nosotros hacia ellos, las relaciones se van mejorando a medida que se va conociendo al individuo brindándole un trato prudente y respetuoso. (Hanco et al., 2021, p.188)

Otra categoría que trasciende el análisis fragmentado y lleva a una mejor comprensión y conocimiento de lo que

ocurre en las organizaciones lo constituye el concepto de cultura organizacional.

La cultura organizacional se asocia a la necesidad de lograr la supervivencia de la organización a partir de ventajas competitivas, desarrollando estrategias que le permitan

evaluar y reconocer los valores culturales que son necesarios para la organización y así promoverlos y reforzarlos mediante un plan de acción, lo cual permite, que la organización no pierda viabilidad ni vigencia en sus procesos de comunicación; considerándose la comunicación como un elemento clave para el cambio de cultura y la creación y fortalecimiento de los valores culturales necesarios para apoyar la estrategia organizacional y enfrentar a un proceso de globalización y competitividad. (Rivera et al., 2018, p. 6)

Un buen clima organizacional aporta a la satisfacción de empleados y al desempeño organizacional (Pedraza, 2020).

Existe una distinción en la literatura, referida a si el clima es una propiedad de la organización o de quien la percibe. En este mismo sentido, se habla de “Clima Psicológico”, para referirse al clima en la organización evaluado a nivel individual, mientras que el término “Clima Organizacional” se mide a nivel colectivo. (Barría et al., 2021, p. 169).

el estudio del clima empresarial debe ser una constante periódica de atención por parte de las empresas y representantes, además, debe validar las nuevas prácticas en la conservación de un buen clima, lo que permitirá una sostenibilidad interna de sus trabajadores, compromiso, dedicación y lealtad de los mismos. (Daza et al., 2021, p.67)

Una organización exitosa es aquella que su colectivo trabaje en equipo, considerando el trabajo en equipo al que *“considera la habilidad del colaborador para integrarse con otros y ejecutar un trabajo”* (Hanco et al., 2021, p.189).

En la Biofábrica, perteneciente a la Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) de la provincia Villa Clara, se prioriza la producción de plantas invitro, proceso complejo que demanda un personal altamente especializado, así como condiciones y equipos específicos para este proceso. Las particularidades de este proceso, además de las presiones vinculadas con el cumplimiento del plan de producción y los ingresos correspondientes a la venta de las de la misma se ve reflejado en el clima organizacional de esta área.

Por ello la presente investigación se planteó como objetivo: Diagnosticar el clima organizacional en la Biofábrica de la caña de azúcar, perteneciente a la ETICA Villa Clara.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la metodología cualitativa donde se abarca tanto los elementos externos como los internos en su relación mutua y con el funcionamiento laboral.

En el presente trabajo se empleó la entrevista en profundidad donde a partir de la información que se desea obtener se establece una lista de temas posibilitando a partir de las respuestas obtenidas indagar, profundizar.

Otra técnica empleada es la observación participante, la cual permite obtener información sobre un fenómeno o acontecimiento tal y como se produce, ya que se realiza de forma atenta, planificada, sistemática y selectiva.

La encuesta es también utilizada como forma de evaluar los parámetros de estudio determinados para las técnicas anteriores a fin de profundizar y esclarecer determinados datos y complementar toda la información obtenida.

El cuestionario al equipo de dirección se dirige específicamente a esclarecer las formas de comunicación entre los niveles directivos y ejecutivos, aspectos referidos a la toma de decisiones, el tipo de poder que lleva a cabo la dirección en su actividad y el grado de cooperación entre dichos subsistemas en la organización a estudiar.

La encuesta de condiciones generadoras de conflictos pretende definir aspectos relacionados a situaciones diversas que constituyen para la organización fuentes potenciales de aparición de conflictos; se abordan estas situaciones a través de indicadores relacionados con factores directivos, la participación, comunicación, recursos materiales, funciones, motivación laboral y factores individuales.

Con la intención de profundizar el proceso de surgimiento y afrontamiento de situaciones conflictivas, se aplica el cuestionario manejo de conflictos donde a través de los indicadores presentados se evalúa tanto los intentos de solución a los conflictos como las vías que se utilizan para

este propósito, abarca desde posiciones individualistas, pasando por transacciones y acuerdos hasta la cooperación y resignación.

Para determinar aspectos de la cultura organizacional se aplica la encuesta de valores contra estrategia la cual va a caracterizar valores específicos de la cultura del centro objeto de estudio, la importancia de los mismos, el conocimiento o aplicación de estrategias para su formación y desarrollo y la compatibilidad o no de esta tarea con el parámetro en cuestión.

Para enriquecer los resultados de las técnicas anteriormente descritas sobre procesos directivos, relación entre subsistema y cultura organizacional se aplica las encuestas de trabajo creativo en grupos, que incluye además parámetros específicamente grupales.

La técnica RAMDI-G es también utilizada en esta investigación teniendo como fin principal explorar los motivos que provocan la actuación del sujeto; los estímulos se orientan a obtener respuestas vinculadas a la vida personal y laboral, principalmente los motivos en el área laboral. La revisión de documentos se considera a la hora de buscar información oficial de gran relevancia; así esta técnica consiste en la obtención de datos contenidos en documentos de manejo laboral como expedientes de trabajo, organigramas, esquemas de flujo de producción, registros de producción, banco de problemas, etc.; lo que constituye de gran valor a la hora de caracterizar y comprender la dinámica del centro a investigar.

En el siguiente modelo se sintetizan una parte de los elementos conceptuales abordados y su interacción. (Figura 1.)

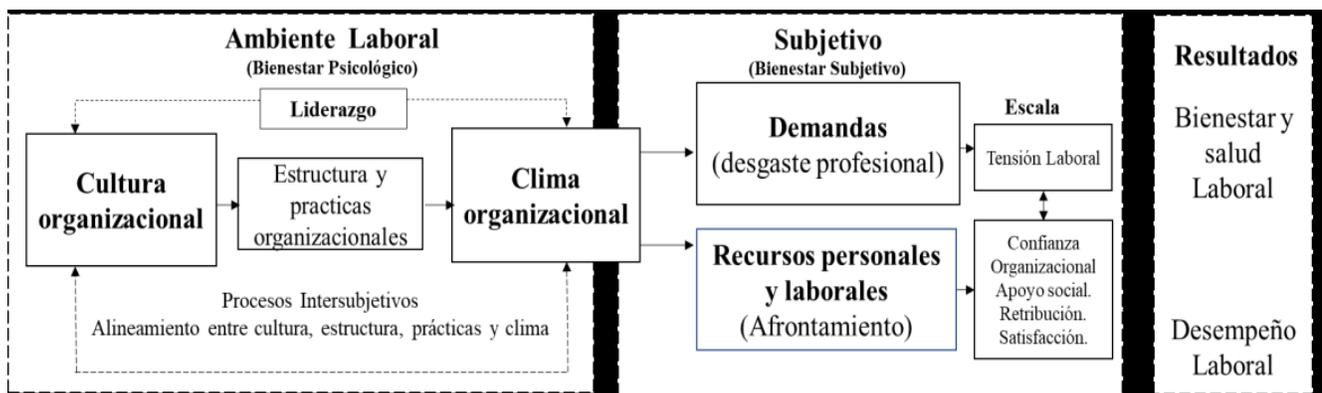


Figura 1. Modelo de Ambiente Laboral Subjetivo para Clima Organizacional (Barría et al., 2021, p.169).

## RESULTADOS

### Descripción del contexto organizacional

La ETICA Centro Villa Clara perteneciente al Instituto Presupuestado con carácter especial, Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), fue creada en 1984, con código REEUP: 305.0.6743, personalidad jurídica independiente y patrimonio propio, subordinada al Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA,

con domicilio legal en la Autopista Nacional Km 246, Ranchuelo, Villa Clara.

Dentro de la estructura organizativa de la entidad se encuentra la Biofábrica de Caña de Azúcar, única de su tipo en AZCUBA, la cual funciona como una Subdirección y tiene la misión de reproducir in vitro semilla de cultivos comerciales de alta calidad genética, libres de patógenos, así como la introducción acelerada de nuevas variedades, las que son recomendadas por el Programa

Nacional de Variedades y Semillas para su utilización comercial en las diferentes Unidades Productoras, demás en ella se realizan proyectos de investigación en materia de biotecnología.

El proceso consiste en la producción de vitro plantas en condiciones estériles de las diferentes plantas de caña, y consta de varias etapas y fases por las que tiene que transcurrir el proceso partiendo desde la selección en el campo con plantas élites, para ello el material vegetal escogido tiene que estar libres de patógenos y estar en buenas condiciones con un resultado de diagnóstico avalado y acreditado por un personal altamente calificado y solo en instituciones seleccionadas como el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) y la Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar del municipio Jovellanos.

La Biofábrica cuenta con un total de 18 trabajadores distribuidos entre las diferentes áreas de trabajo: área de fregado, cuarto de cultivo, dosificación, área estéril y la fase de adaptación. Todas estas áreas están habilitadas y equipadas con diferentes equipos según sus necesidades, se comienza con la desinfección del material seleccionado para su multiplicación, se desinfecta con hipoclorito al 3% se le aplica antioxidantes durante varios minutos para la siembra en un medio de cultivo (fase de

establecimiento), esto se deja en reposo durante 20 días para ser subcultivado por las operarias del área estéril (fase de multiplicación). En esta fase se realizan diferentes pases o subcultivos, lo cual está en dependencia de las estrategias o procedimientos analizados o determinados por los especialistas que son los responsables de dicha producción, una vez que haya suficiente material en las cámaras de micropropagación, se hace un control y análisis previo para su próxima fase (enraizamiento), todo estos procesos se realizan en condiciones asépticas y la cuarta y última fase es la de adaptación, en la misma ya la planta esta apta para ser llevada a condiciones naturales, es decir fuera del laboratorio donde se siembran en bandejas y con suficiente agua y material nutriente se desarrollan para su posterior venta a empresas del Grupo AZCUBA.

Debe señalarse que la mayoría del equipamiento utilizado en el proceso productivo es importada lo que hace que se encarezca el mismo. Además, durante el proceso existen múltiples riesgos de ocurrencia de accidentes dado el material utilizado (químicos), los instrumentos y el equipamiento en general.

Se realizaron un total de ocho sesiones de trabajo, las cuales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1: Resumen de las sesiones de trabajo para el diagnóstico del ambiente laboral (Elaboración propia).

Sesión	Objetivo	Indicadores	Técnicas empleadas
1	Caracterizar la organización, desde el punto de vista de la gestión del personal y la producción, así como factores generales que afecten la entidad como sistema.	Condiciones ambientales generales. Relaciones interpersonales entre los obreros.	Observación participante. Entrevista en profundidad a dirigentes, administración y obreros.
2	Caracterizar las condiciones de trabajo específicas del puesto de trabajo y sus efectos en los sujetos que realizan la actividad laboral.	Contenido de trabajo. Iluminación. Ventilación. Espacio. Ruido. Posiciones en el puesto laboral. Impacto de lo anterior en el hombre.	Revisión de documentos. Observación participante. Entrevista en profundidad.
3	Caracterizar los riesgos que el puesto de trabajo estudiado ofrece para la ocurrencia de accidentes.	Medidas de protección en el puesto de trabajo. Riesgos en el puesto laboral. Ocurrencia de accidentes laborales.	Observación participante. Entrevista en profundidad. Revisión de documentos.
4	Caracterizar la esfera motivacional. Sugerir aspectos respecto a las condiciones del puesto laboral y efectos físicos y psíquicos del trabajo. Caracterizar la esfera motivacional del sujeto en cuestión.	Efectos físicos y psicológicos del trabajo. Sugerencias u opiniones en cuanto al funcionamiento y condiciones laborales. Nivel de satisfacción personal. Relaciones sociales y sus incidencias en el sujeto.	Encuesta. Entrevista en profundidad. RAMDI-G.
5	Exponer las particularidades de la relación entre los subsistemas directivos y ejecutivos del centro laboral.	Relación jefe-subordinado. Estilo comunicativo. Toma de decisiones, Fuentes de conflictos asociadas a la misma.	Cuestionario al equipo de dirección. Cuestionario de condiciones generadoras de conflictos. Entrevista en profundidad. Observación participante.
6	Determinar el nivel de motivación grupal en el subsistema ejecutivo.	Comunicación. Calidad de las relaciones. Grado de cooperación. Sentido de pertenencia al colectivo. Nivel de motivación grupal.	Encuesta sobre trabajo creativo en grupos. Entrevista en profundidad. Observación participante.

7	Caracterizar las peculiaridades en la aparición y manejo de los conflictos en la dinámica de los grupos.	Fuentes de conflictos. Manejo de conflictos.	Cuestionario de condiciones generadoras de conflictos. Entrevista en profundidad. Observación participante.
8	Determinar los valores fundamentales que caracterizan la cultura organizacional de la Biofábrica.	Desempeño en el puesto de trabajo. Proceso de toma de decisiones. Estimulación. Elementos propios de la cultura (costumbres, rituales, historia, lenguaje) de la organización. Estrategias en la formación y consolidación de valores organizacionales.	Encuesta.

Existen condiciones de trabajo que afectan directamente el rendimiento (carencias materiales, equipos con muchos años de explotación) y otras (monotonía derivada de la actividad, exigencias laborales, riesgos de accidente en el puesto laboral).

Todo visto en un contexto donde se prioriza la producción, por encima del bienestar del obrero, aspecto importante tanto para el rendimiento como para la formación y expresión integral de los trabajadores.

La mayoría de los trabajadores llevan muchos años dentro del colectivo laboral, lo cual también influye sobre la calidad de las relaciones interpersonales, las cuales se basan en el respeto y la ayuda a quienes lo necesiten, salvo excepciones.

En el área que ocupa el puesto laboral objeto de estudio no se registran problemas de salud no así en el aspecto familiar, en la motivación y satisfacción laboral existen algunos problemas, manifestando los trabajadores no sentirse satisfechos por la estimulación moral y material que reciben por su trabajo, aunque esto no incide en el cumplimiento de las normas de producción, pero si ocasionan afectaciones psicológicas en el individuo, interfiriendo en el correcto desempeño de su labor (afectan la calidad del trabajo).

Al valorar las condiciones generales de trabajo se obtiene que el centro cuenta con una construcción en buen estado, está ubicado en un lugar distante del poblado Ranchuelo (autopista nacional km 250), por lo que se dificulta a los trabajadores la transportación hacia y fuera del centro fuera del horario del transporte obrero del mismo. No existen servicios gastronómicos, ni áreas destinadas a estos servicios, los medios de protección en algunos casos están en mal estado y la escasez de insumos amenaza la estabilidad del proceso productivo.

Las condiciones de iluminación son buenas, pues por el diseño arquitectónico se explota al máximo la luz natural, propiciando así mismo una buena ventilación, ya sea natural o mediante consolas y aires acondicionados. Los locales son espaciosos, con un nivel bajo o inexistente de ruido, se dispone de sillas confortables para el trabajo en el área de micropropagación, no siendo así en el resto de las áreas, donde se utilizan banquetas.

Se aplican medidas de protección en los puestos de trabajo, como el uso de batas de laboratorio o ropa adecuada para cada actividad, guantes para manejar los objetos calientes procedentes de las autoclaves y otros para el trabajo con las soluciones desinfectantes a base de hipoclorito de sodio y botas de goma en el área de fregado. No obstante, existe el riesgo de heridas por roturas al manipular la cristalería, así como bisturíes para la separación de las plantas; también existe la posibilidad de danos a la salud por el manejo de hipoclorito de sodio, ácidos como el clorhídrico y otros reactivos químicos, debido a su inhalación accidental o su acción sobre la piel o mucosas expuestas.

No debe dejar de mencionarse los riesgos por caídas a diferente nivel o por suelos resbalosos, las descargas eléctricas y la exposición a sustancias calientes, durante el autolavado de frascos u otros insumos necesarios para el proceso productivo.

En la práctica durante el proceso productivo, han ocurrido caídas en las escaleras, heridas por rotura de frascos, con los bisturíes y daños causados por exposición a mezclas de hipoclorito de sodio y ácido clorhídrico, lo que derivó en intoxicaciones.

El trabajo es repetitivo y monótono, requiriendo de un buen nivel de concentración y estar sentado en posiciones que afectan la columna vertebral. Su dinámica impide o limita en la mayoría de los casos, la comunicación interpersonal, lo cual crea un nivel de tensión reforzado por las exigencias del trabajo y las normas a cumplir en cada actividad.

Está presente la fatiga visual (con la progresiva pérdida de la vista) y mental debido al estrés causado por las sucesivas operaciones en el puesto de trabajo.

La relación de los jefes con los subordinados es buena, existiendo un clima de respeto mutuo, los directivos se basan para su ejercicio en una toma de decisiones participativa, apertura ante los criterios de los subordinados y buena comunicación entre los subsistemas directivo-ejecutivo. Aquellos aspectos que propician desacuerdos provienen de factores fuera del alcance de la dirección, y de la decisión de los subordinados. Aspectos como la estimulación, mejora en condiciones laborales y solución a los problemas de condiciones de trabajo, no se encuentra en manos del establecimiento que responde a

un Instituto Nacional y además es autofinanciado solo en parte, donde los problemas que presentan lo hace poco rentable; en lo referido a la toma de decisiones hay aspectos que aunque afecten a la entidad como sistema, no requieren la participación de los trabajadores vinculados a la producción, siendo la responsabilidad propia del nivel gerencial.

Las formas que adquiere la dinámica en el subsistema ejecutivo reflejan correspondencia entre los objetivos organizativos y personales, siendo estos últimos guiados por la recompensa que se logre a través del desempeño; la calidad en las relaciones personales es buena, estrechándose las mismas en los grupos informales y adquiriendo un carácter más distante a los demás miembros del colectivo; la comunicación es adecuada y se maneja de forma que se eviten conflictos o desacuerdos, se regula el comportamiento grupal a través de este parámetro, incluye compromiso con el colectivo general; el sentido de cooperación se ve limitado por diferentes variables (especificidad de la tarea, prioridades individuales, exigencias del puesto, afinidad) no constituyendo un rasgo característico del colectivo; la motivación por el trabajo en grupo, la cohesión dentro del mismo y la identificación de los miembros con el colectivo es regular, el tener de base necesidades de satisfacción material, la competitividad en el desempeño laboral (cumplimiento de las normas), el carácter de las relaciones interpersonales y la cultura de la organización moldean estos parámetros.

El reconocimiento del trabajo en grupo está determinado por el salario que se obtenga en el desempeño y cumplimiento de las tareas establecidas y el trabajo por resultados, dentro de las circunstancias que ofrece la producción (tiempo de trabajo y calidad), la productividad del colectivo es buena, no siendo los indicadores grupales analizados determinantes de la misma, los efectos negativos recaen en el desarrollo personal de los trabajadores.

Las principales fuentes de conflicto tienen su origen en la carencia de recursos materiales para el desempeño y producción laboral (materiales, algunos equipamientos como cajas plásticas y en las condiciones laborales generales (ruidos de determinados equipos, espacios, riesgos de trabajo, efectos de la actividad) por una parte; por la otra se encuentran aquellos conflictos que surgen por las relaciones interpersonales debido sobre todo a diferencias individuales (edad, nivel de escolaridad).

La primera provoca efectos negativos sobre los trabajadores, como falta de motivación, sentimientos heridos, y su solución escapa a la administración; los segundos no trascienden del plano pasivo y los intentos de solución son más efectivos dirigiéndose por las vías de la negociación, el intercambio de información, la búsqueda de acuerdos por las partes y evitar consecuencias indeseables (riñas, desacuerdos, rivalidades).

Los aspectos relacionados con la cultura de esta organización difieren en los percibidos por los miembros ejecutivos de los que representan los trabajadores; así los relacionados con la identificación de la organización, la

aceptación de retos, el conocimiento de la historia, costumbres, conductas propias de la organización y el valor de la apertura a los criterios y la recompensa, van a obtener para los directivos gran significado; de igual forma con los obreros que sobre la base del planteamiento, organizan sus formas de pensar y comportarse sobre una autonomía que le da apoyo, se identifican y conocen aquello que caracteriza la organización, perciben respaldo en sus decisiones y se vinculan con un alto índice a la definición de roles, papeles, funciones y desempeños en la organización (claridad organizativa). Se corresponde aquello que la dirección puede y ofrece a los trabajadores con las expectativas que esperan ellos que se cubran.

Se aprecian valores como el compañerismo, la responsabilidad, el compromiso con las metas trazadas y la calidad del trabajo realizado en la mayoría de los trabajadores del área.

No existe una estrategia definida para la formación y consolidación de valores organizacionales, realizándose esto a través de acciones aisladas y sin una clara coordinación entre las mismas.

A partir del diagnóstico realizado se diseñaron una serie de objetivos y tareas para que la organización a mediano y largo plazo, trace sus estrategias en correspondencia con las necesidades individuales y generales.

Para el diseño de este plan de acciones, se tuvieron en cuenta: el perfeccionamiento de la gestión organizacional, tareas a desarrollar en la actividad dirigida a satisfacer cada objetivo, así como consideraciones en relación con los participantes, etc.

Objetivos para el perfeccionamiento del clima organizacional

1. Proporcionar alternativas de superación acordes a las expectativas de los trabajadores y las necesidades de la organización.
2. Potenciar el incremento de la participación y el protagonismo de los trabajadores en la solución de los problemas.
3. Perfeccionar el trabajo del sindicato como representante de los trabajadores ante la administración y canalizador de criterios, opiniones y necesidades de los trabajadores.
4. Fortalecer el sentido de pertenencia e identidad de los trabajadores, respecto al objeto social de la organización.

Objetivo 1: Proporcionar alternativas de superación acordes a las expectativas de los trabajadores y las necesidades de la organización.

Tareas posibles a realizar:

- Ofertar y desarrollar acciones de capacitación que satisfagan las necesidades de la organización respecto a los puestos de trabajo y a las expectativas personales de los trabajadores.

- Divulgar activamente entre los trabajadores las ofertas potenciales de plazas y los requisitos asociados a los mismos.

Objetivo 2: Potenciar el incremento de la participación y el protagonismo de los trabajadores en la solución de los problemas.

Tareas posibles a realizar:

- Incrementar la participación de los trabajadores en la toma de decisiones, a partir de su criterio de cómo se sienten trabajando y cómo podrían sentirse mejor.

Objetivo 3: Perfeccionar el trabajo del sindicato como representante de los trabajadores ante la administración y canalizador de criterios, opiniones y necesidades de los trabajadores.

Tareas posibles a realizar:

- Incentivar además de la estimulación material, la estimulación moral a los trabajadores, a partir de su actitud ante las tareas asignadas y logros obtenidos en las mismas, que los hagan acreedores de ser reconocidos.
- Desarrollar actividades participativas vinculadas a la recreación, para aprovechar el tiempo libre dentro del contexto laboral, para la conformación de relaciones interpersonales en actividades no propiamente laborales, etc. Por ejemplo, competencias participativas entre las diferentes áreas.
- Lograr que la organización sindical, sea más activa en el contexto de sus reuniones, participación en asambleas de producción, estimulación, etc.
- Propiciar capacitaciones a los cuadros y activistas de la organización sindical, enfatizando en aspectos como la planificación y realización de las reuniones, estimulación, emulación e información.

Objetivo 4: Fortalecer el sentido de pertenencia e identidad de los trabajadores, respecto al objeto social de la organización.

Tareas posibles a realizar:

- Divulgar el objeto social de la organización, la misión y visión y las especificidades para cada área laboral, propiciando la reflexión colectiva sobre ello.
- Establecer procedimientos para valorar de forma sistemática los criterios de los trabajadores sobre las tareas asignadas, sus dificultades, los resultados obtenidos y la preparación de los colectivos para enfrentar las amenazas, etc.

## DISCUSIÓN

Según Chiavenato (2017), el compromiso personal en el logro de los objetivos de empresa se debe al clima organizacional, el mismo influye sobre la motivación de los participantes de manera que se puede describir como la cualidad o propiedad del ambiente organizacional que

perciben o experimentan los miembros y que influye en su conducta.

Existen buenas relaciones entre los obreros, caracterizándose por el respeto y el compañerismo en la mayoría de los casos, apreciándose estabilidad y permanencia dentro del colectivo laboral del área objeto de estudio.

Las condiciones de trabajo son satisfactorias, pero son susceptibles de ser mejoradas en aras de incrementar la satisfacción de los trabajadores en sus puestos de trabajo, a través de un estudio de flujo productivo para optimizar el mismo al máximo posible.

Existen diversos riesgos siendo los más importantes los provenientes de la exposición a sustancias químicas nocivas para la salud como hipoclorito de sodio y otros reactivos, utilizados en el proceso productivo, la fatiga visual y mental, así como las caídas a diferentes niveles. Además de existir riesgos de heridas al manipular la cristalería, lo cual ha acarreado lesiones sobre todo en las manos, han ocurrido caídas por el piso resbaloso y quemaduras por contacto con sustancias calientes.

El trabajo causa fatiga visual, estrés, dolores de columna y musculares, debido al ritmo y las posiciones al desempeñar las tareas en el puesto de trabajo. Se sugiere amenizar la jornada laboral con música suave, se reorganice el flujo productivo a fin de hacerlo más eficiente mediante un estudio en aras de optimizar las diferentes operaciones que lo componen.

Hay buenas relaciones entre los jefes y sus subordinados, sobre la base del respeto mutuo y la disciplina laboral.

Existe una buena comunicación entre la administración y los trabajadores, siendo escuchados sus criterios, pero debido a subordinarse a otros niveles no siempre sus criterios son tomados en cuenta. La calidad de las relaciones es buena, existe cooperación y sentido de pertenencia del colectivo laboral en sentido general.

Los conflictos se generan por la carencia de determinados recursos y las dificultades en la solución de los problemas por los correspondientes de niveles de subordinación que entorpecen la gestión administrativa, manejándose los mismos adecuadamente dentro de los marcos que impone las facultades del área.

En criterio de Peña y Villón (2018), "*la motivación laboral se puede entender como el resultado de la interrelación del individuo y el estímulo realizado por la organización con la finalidad de crear elementos que impulsen e incentiven al empleado a lograr un objetivo*" (p.185). En el caso de la Biofábrica puede mejorarse a través de una comunicación más fluida con las instancias superiores en aras de la solución de los problemas existentes, además de analizar la estimulación moral y material de los trabajadores.

La organización posee valores propios y un adecuado desempeño en el puesto de trabajo, debiéndose trabajar en la motivación de sus miembros y definir una estrategia

organizacional para la formación y consolidación de los valores organizacionales.

El clima organizacional es susceptible, de ser mejorado a través de la aplicación de acciones previamente planificadas sobre la base de lo detectado en el diagnóstico, para lo cual se plantean un total de cuatro objetivos y varias acciones que tributan al cumplimiento de cada uno, en aras de satisfacer las inquietudes y expectativas de los miembros de la organización.

Esto se enfoca en primer lugar a brindar una capacitación que satisfaga las necesidades y expectativas de la organización y del trabajador. El trabajo también se orienta a involucrar a los trabajadores en la solución de los problemas, como activos participantes del mejoramiento de sus condiciones de trabajo.

Se fortalece el trabajo del sindicato como representante de los trabajadores, fomentando su accionar y la atención de sus afiliados. Y por último se afianza el sentido de pertenencia e identidad de los trabajadores, respecto al objeto social de la organización.

## CONCLUSIONES

La Biofábrica posee en términos generales adecuadas condiciones de trabajo, pero susceptibles de mejoras desde el punto de la organización del proceso productivo y del nivel de motivación de los implicados en el mismo.

En ocasiones el nivel de exigencia laboral no se corresponde con las condiciones reales imperantes, debido a ser determinados por instancias superiores, sin tomar en cuenta los criterios de los trabajadores del área.

Existen riesgos de trabajo en los diferentes puestos laborales que propician la ocurrencia de accidentes y la aparición de problemas de salud, primando los derivados de la exposición a sustancias nocivas para la salud y las características del proceso productivo.

La dirección del área ejerce sus funciones administrativas con adecuada claridad organizativa, correcta planificación en el cumplimiento de las tareas e interactúa con sus subordinados, fluyendo la comunicación en ese nivel de la organización.

Los índices de trabajo en grupo (motivación, cooperación, identificación) son aceptables, no obstante, y a pesar que estos factores no influyen dentro del grupo de manera significativa, ni en la productividad, se debe trabajar en su elevación para revertir la dinámica grupal en la organización que atiende a formas de trabajo individualizadas, producto del sistema de trabajo imperante.

No existe una estrategia organizacional definida, que guíe la formación y consolidación de los valores organizacionales, los cuales no se comparten por todos los miembros.

En términos generales existe un clima organizacional satisfactorio, donde priman los aspectos positivos, pero

debe continuarse trabajando para su mejora continua, en aras de un mayor bienestar del capital humano implicado.

Se establecen una serie de objetivos de trabajo y posibles tareas a acometer para el mejoramiento del clima organizacional en el área objeto de estudio, en aras de lograr la plena integración de sus miembros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker, A. B.; & Demerouti, E. (2018). Multiple levels in job demands-resources theory: Implications for employee wellbeing and performance. En E. Diener, S. Oishi, y L. Tay (Eds.), *Handbook of wellbeing*. DEF Publishers.
- Barría González, J.; Postigo, A.; Pérez Luco, R.; Cuesta, M.; & García Cueto, E. (2021) Evaluación de Clima Organizacional: Propiedades psicométricas del ECALS. *Anales de Psicología*, 37(1), 168-177. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.37.1.417571>
- Chiavenato, I. (2017). *Administración recursos humanos*. McGraw-Hill.
- Colina Ysea, F.; & Albites Sanabria, J. L. (2020). Aprendizaje e innovación: retos en las organizaciones del siglo XXI. *Desde el Sur*, 12(1), 167-176. <https://dx.doi.org/10.21142/des-1201-2020-0011>
- Daza Corredora, A; Beltrán García, L.; & Silva Rodríguez, W. (2021). Análisis del clima organizacional en las empresas del sector palmero de la región Caribe colombiana. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 29(1), 65-76. <https://doi.org/10.18359/rfce.4233>
- Gómez Ortiz, R. A.; & Topete Barrera, C. (2018). Avances teóricos de la gestión en un programa de posgrado. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo*, 8(16), 411-438. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/348/1626>
- González Rodríguez, S. S.; Viteri Intriago, D. A.; Izquierdo Morán, A. M; & Verdezoto Cordova, G. O. (2020). Modelo de gestión administrativa para el desarrollo empresarial del Hotel Barros en la ciudad de Quedo. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 32-37. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000400032&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400032&lng=es&tlng=es).
- Hakanen, J. J., Seppälä, P., & Peeters, M. C. W. (2017). High job demands, still engaged and not burned out? The role of job crafting. *International Journal of Behavioral Medicine*, 24(4), 619–627. <https://doi.org/10.1007/s12529-017-9638-3>

- Hanco Gómez, M. S.; Carpio Maraza, A., Laura Castillo, Z.; & Flores Mamani, E. (2021). Relaciones interpersonales y desempeño laboral en hoteles turísticos del departamento de Puno. *Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 12(3), 186-194. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.12.3.552>.
- Lobato, J. (2016). *Calificación y valoración de la enfermedad profesional: Análisis de la situación*. <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v62sextra/ponencias8.pdf>
- Manjarrez Fuentes, N. N.; Boza Valle, J. A.; & Mendoza Vargas, E. Y. (2020). La motivación en el desempeño laboral de los empleados de los hoteles en el Cantón Quevedo, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 359-365. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000100359&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100359&lng=es&tlng=es)
- Organización Internacional del Trabajo (2014) *Educación obrera para el trabajo decente: módulo 5: condiciones de trabajo*. Oficina de País de la OIT para la Argentina.
- Pantoja Aguilar, M. P.; & Garza Treviño, J. R. (2019). Etapas de la administración: hacia un enfoque sistémico. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (87), 139-154. <https://doi.org/10.21158/01208160.n87.2019.2412>
- Pedraza, N. (2020). El clima y la satisfacción laboral del capital humano: factores diferenciados en organizaciones públicas y privadas. *Innovar*, 30(76), 9-23. <https://dx.doi.org/10.15446/innovar.v30n76.85191>
- Peña Rivas, H. C.; & Villón Perero, S. G. (2018). Motivación Laboral. Elemento Fundamental en el Éxito Organizacional. *Revista Científic*, 4(2), 165-173. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.9.177-192>
- Pérez Gálvez, J. C.; López Guzmán, T.; Gómez Casero, G.; & Medina Viruel, M. (2021). Análisis de la satisfacción y la lealtad en festivales musicales. Un estudio de caso en base al grado de conocimiento del jazz. *Cuadernos de Gestión* 21(1), 115-124. <https://doi.org/10.5295/cdg.180901mm>
- Pineda Henao, A. E. (2020). La comunicación organizacional en la gestión empresarial: retos y oportunidades en el escenario digital. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 7(1), 9-25. <https://doi.org/10.22579/23463910.182>
- Pujol Cols, L.; & Dabos, G. E. (2021). Respuestas diferenciales ante las demandas emocionales del trabajo: una revisión de la literatura sobre características individuales y trabajo emocional. *Estudios Gerenciales*, 37(160), 472-491. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2021.160.4088>
- Rivera, D.; Carrillo, S.; & Forgiony, J. (2018). Cultura organizacional, retos y desafíos para las organizaciones saludables. *Revista Espacios*, 39(22), 27-41. <http://www.revistaespacios.com/a18v39n22/18392227.html>
- Salvador Moreno, J. E. (2018). Riesgos Psicosociales del aeropuerto de Manta. *Revista San Gregorio*, (22), 30-39. <http://201.159.222.49/idex.pp/REVISTASANGREGORIO/article/view/610>

## EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA SOBRE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE LA POBLACIÓN DE MACROBENTOS EN LAS ZONAS INTERMAREALES DE PLAYAS ARENOSAS

### EFFECT OF ORGANIC MATTER ON THE ABUNDANCE AND DIVERSITY OF THE MACROBENTHOS POPULATION IN THE INTERTIDAL ZONES OF SANDY BEACHES

Jerry Landívar Zambrano.<sup>2</sup>

E-mail: [landivar@espol.edu.ec](mailto:landivar@espol.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5784-3197>

Félix Tinoco Angeles.<sup>1</sup>

E-mail: [tinocofelix@gmail.com](mailto:tinocofelix@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2630-4657>

Sonnía Guartatanga Argudo.<sup>2</sup>

E-mail: [sguarta@espol.edu.ec](mailto:sguarta@espol.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6457-720X>

Alexis Darío Mejía Cella.<sup>2</sup>

E-mail: [admejia1792@gmail.com](mailto:admejia1792@gmail.com),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3189-7634>

Erika Murgueitio Herrera.<sup>3</sup>

E-mail: [esmurgueitio@espe.edu.ec](mailto:esmurgueitio@espe.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1222-3485>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM. Lima - Perú.

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL. Guayaquil - Ecuador

<sup>3</sup>Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Quito - Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Landívar Zambrano, J., Tinoco Angeles, F., Guartatanga Argudo, S., Darío Mejía Cella, A., Murgueitio Herrera, E. (2022). Efecto de la materia orgánica sobre la abundancia y diversidad de la población de macrobentos en las zonas intermareales de playas arenosas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 23-30. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar el grado de correlación de la materia orgánica con respecto a la abundancia (individuos/m<sup>2</sup>), número de especies e índice de diversidad (Shannon-Wiener, H') en las playas de Ayangue y San Pedro (Santa Elena-Ecuador). La metodología consistió en realizar muestreos semanales en transeptos perpendiculares a la línea de costa en 3 diferentes niveles de playa durante el período de época seca. Se hicieron análisis univariados y multivariados para determinar las tendencias, análisis de varianza y test de Tukey para definir diferencias significativas entre las variables testeadas. Se determinó en la estructura de la comunidad, aglomeraciones de ciertas especies en los 3 niveles mareales, la mayoría de estas especies son bioindicadores de contaminación por materia orgánica. Los resultados indican una correlación significativa entre la materia orgánica y el número de especies al igual que con el índice de biodiversidad, no existió correlación significativa con la abundancia.

#### Palabras clave:

Abundancia, número de especies, materia orgánica, contaminación, bioindicadores.

#### ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the degree of correlation of organic matter with respect to abundance (individuals/m<sup>2</sup>), number of species and diversity index (Shannon-Wiener, H') on the beaches of Ayangue and San Pedro (Santa Elena-Ecuador). The methodology consisted in carrying out weekly samplings in perpendicular transects to the coastline at 3 different beach levels during the dry period. Univariate and multivariate analyzes were done to determine trends, analysis of variance and Tukey test to define significant differences between the variables tested. The results indicate a significant correlation between the organic matter and the number of species as with the biodiversity index, there was no significant correlation with abundance. It was determined in the community structure, agglomerations of certain species in the 3 tidal levels, most of these species are bioindicators of contamination by organic matter.

#### Keywords:

Abundance, number of species, organic matter, pollution, bioindicators.

# INTRODUCCIÓN

La zona intermareal representa un enlace crucial entre el sistema terrestre y marino, pues es la región de marcas entre las mareas más altas y bajas en la cual existen un gran intercambio de materiales (materia orgánica viva o muerta, contaminantes y agua subterránea) en los dos sentidos (Brown & McLachlan, 1990). Las comunidades que habitan en estos medios son escasamente móviles, reflejan las condiciones ambientales y dependen del material particulado (Angeloni, 2003). Los macrobentos de playas arenosas se singularizan por ser organismos mayores a 1mm que realizan agujeros en la arena en los cuales se protegen cuando la marea desciende. Esta etapa de exposición resulta ser crítica para ellos porque representa un posible stress por falta de alimentación, shock térmico, agostamiento y exhibición al aire (Calle, K. P., 2006). En contraste, la población de macrobentos puede ser usada como bioindicadores de impactos antropogénicos o naturales (evento o fenómeno de El Niño) y como un instrumento para un manejo sostenible del ecosistema marino costero.

Asimismo, tienen un ciclo corto de respuesta, todo cambio en su ámbito se revela en los índices de biodiversidad (Calles *et al.*, 2002), se presentan en inmensas cantidades y son fáciles de muestrear (Lenat *et al.*, 1980 citado por Angeloni).

Pese a que tiene una importancia potencial, a la fecha no hay datos convincentes que demuestren la correlación de diversidad y profusión de las comunidades macrobentónicas con la cantidad de materia orgánica en playas arenosas.

Lo que se conoce localmente son estudios preliminares de impactos antropogénico de la fauna macrobentónica

relacionado con determinados factores ambientales en la Bahía de Manta, la zona intermareal de Posorja, Monteverde y Esmeraldas (Villamar, 2013; Cruz, 2013; Villamar, 2005; Parrales, 2003; Cruz & Villamar, 2007; Aers *et al.*, 2004).

En este contexto, el vigente proyecto suministra un conocimiento sobre la zonación basada en correlaciones entre biotopo y concentración de materia orgánica entre dos playas arenosas que difieren en su utilización y estructura. Las playas seleccionadas son San Pedro y Ayangue, ambas pertenecientes a la Provincia de Santa Elena. El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos de la materia orgánica en la abundancia y diversidad de la población de macrobentos en las zonas intermareales de playas arenosas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La primera área de muestreo se localiza en la región media de la Provincia de Santa Elena (fig. 1), perteneciente a la parroquia de Manglaralto, en San Pedro (01°57'09.2"S, 80°43'45.1"W) la playa está conformada por material particulado traído desde la formación rocosa del acantilado de San Antonio (Ruiz, 2002), es expuesta o abierta y posee una pendiente pronunciada por lo que es poco frecuentada por turistas y acoge más las actividades pesqueras.

La segunda área de muestreo delimita al norte con San Pedro, al sur con la comuna Palmar y al este con la parroquia Colonche (figura 1), en Ayangue (01°58'47.7"S, 80°45'15.6"W), existe gran influencia turística y urbana debido a su pendiente poco inclinada y su playa protegida o semi cerrada.



Figura 1. Ubicación del área de estudio. a.- San Pedro; b.- Ayangue. Provincia de Santa Elena-Ecuador. Fuente: Google Earth 2018

## Diseño del muestreo

En un cinturón de playa se situaron 3 transectos perpendiculares a la línea de costa tomando muestras como réplicas de los tres sectores: supralitoral (alta), mesolitoral (media) e infralitoral (baja), esto se realizó en época seca (desde agosto hasta septiembre) considerando tres fases lunares: luna llena, luna nueva y cuadratura. Las muestras fueron recolectadas usando un cuadrante metálico de 0.1026 m<sup>2</sup> y excavando el sedimento hasta una profundidad de 15cm, según la técnica desarrollada por Aerts *et al.* (2004). Cada muestra fue cernida a través de un tamiz metálico de 1 mm. Los organismos recolectados en dicho tamiz fueron alojados en frascos de 500 ml, fijados con formol neutralizado al 8% y teñidos con eosina (Tarazona J., 1986; Gonzáles & Torruco, 2012), luego llevados al laboratorio para su identificación y conteo.

Las muestras para granulometría fueron recolectadas en los mismos puntos de muestreos de macrobentos, pero sólo dos replicas por zona, de las cuales se extrajeron submuestras para secarlas en el horno a 60°, las mismas que sirvieron para el análisis de materia orgánica futuro.

## Metodología de laboratorio

Las muestras fueron lavadas con agua potable a través de un tamiz de 1 mm y colocadas en bandejas metálicas para la separación de macrobentos, los cuales fueron preservados en alcohol al 70%. Los organismos fueron identificados cualitativa y cuantitativamente a través de un estereoscopio, y guías taxonómicas especializadas. (Fauchald, 1977; Hartman, 1969; Giere, 2013; Landívar & Guartatanga, 2005).

## Materia orgánica

Se modificó la metodología según American Society for Testing and Materials (2000), colocamos los crisoles en la mufla durante 2 horas a una temperatura de 500°, los extraemos con la ayuda de guantes y pinzas y los situamos en el desecador durante un minuto para enfriarlos, seguido aquello, pesamos cada crisol vacío para después agregarle la materia orgánica y volver a determinar su peso. Devolvemos los crisoles con la muestra a la mufla durante 2 horas a 500°, tiempo transcurrido para pesar por última vez los crisoles y realizar los cálculos respectivos. Por cada muestra se efectuó dos replicas.

## Análisis estadístico

Partiendo de los datos recopilados por especie en las tablas acumulativas (individuo/m<sup>2</sup>), se desarrollaron análisis univariados y multivariados para determinar variaciones significativas en abundancia, materia orgánica y diversidad (S). Para cada estación y zona se calculó el índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener (H') usando logaritmo de base 2 y la riqueza de especies se tomó como el número de especies (S).

Inicialmente se hizo un análisis cluster para ver cómo se distribuían las variables en función de la materia orgánica, posteriormente se ejecutó un análisis de componentes principales para organizar las variables en magnitud de aparición. Para establecer diferencias significativas de materia orgánica, abundancia, diversidad e índice de biodiversidad entre estación y zona, se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, adelantando la transformación de los valores mencionados anteriormente mediante el Test de Shapiro-Wilk y el Test de Kolmogórov-Smirnov, con el propósito de cumplir con los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas para este tipo de análisis. Finalmente, se usó el análisis múltiple de medias Tukey para definir en que lugar se encuentran las diferencias entre las variables testeadas. Para todos los casos se estableció un nivel de significancia de  $p = 0.05$

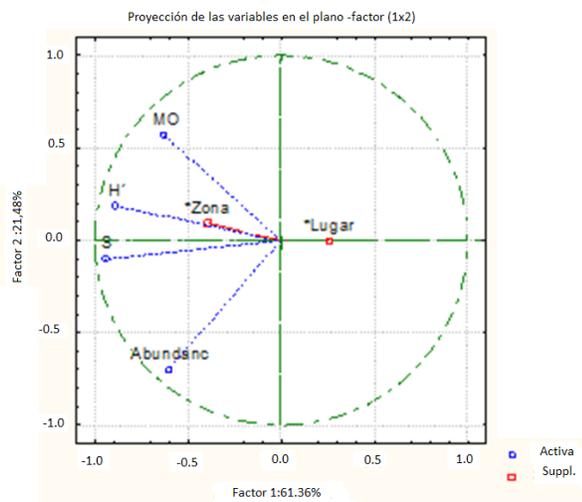
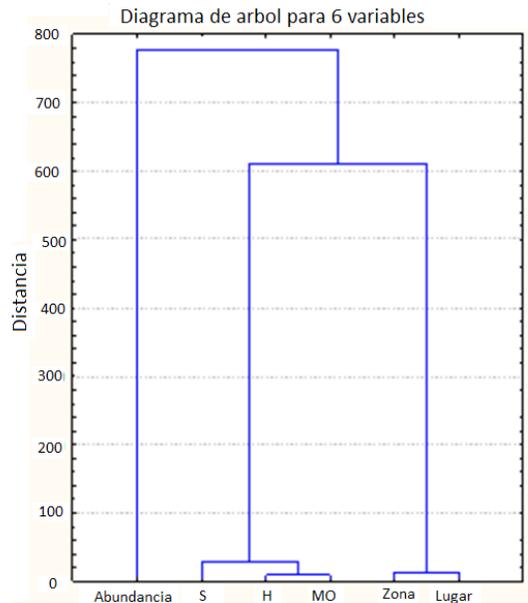
## RESULTADOS Y DISCUSION

Para ambas estaciones se lograron identificar cuatro phylums: Phylum Annelida, Phylum Nemertea, Phylum Arthropoda y Phylum Mollusca de las cuales *Mediomastus sp.* predominó en Ayangue e *hemipodos sp.* en San Pedro). La estación más abundante (individuos/m<sup>2</sup>) y diversa (S) fue Ayangue, que a su vez fue la que también tuvo un mejor índice de biodiversidad a diferencia de San Pedro, sin embargo, se encontraron aglomeraciones elevadas de *Mediomastus sp.*, para la localidad de Ayangue y *Olivella semistriata* para la localidad de San Pedro.

La repartición con respecto a la abundancia en Ayangue fue la siguiente: Phylum Annelida > Phylum Arthropoda > Phylum Mollusca > Phylum Nemertea. En San Pedro fue de una manera bastante diferente: Phylum Mollusca > Phylum Arthropoda > Phylum Annelida > Phylum Nemertea.

Por otro lado, la distribución con respecto al número de especies se comportó de la siguiente manera en Ayangue: Phylum Annelida > Phylum Mollusca > Phylum Arthropoda > Phylum Nemertea. En San Pedro se mostró de la siguiente forma: Phylum Annelida > Phylum Arthropoda > Phylum Mollusca > Phylum Nemertea.

La tendencia de los valores (figura 2a) nos indica que existe un grado de conexión entre la materia orgánica y el índice de biodiversidad, aparentemente la abundancia solo tiene un grado de correlación con el número de especies. La tabla 1 nos señala que los dos primeros ejes explican el 82% de toda la variabilidad en el estudio, asegurando el plano de la figura 2b un alto grado de seguridad, donde, se ven las variables testeadas más ligadas al efecto zona que al efecto lugar.



**Figura 2 a)** Análisis Cluster que indica la tendencia de las variables, **b)** análisis de componentes principales simbolizados en los dos primeros ejes que fueron los más representativos

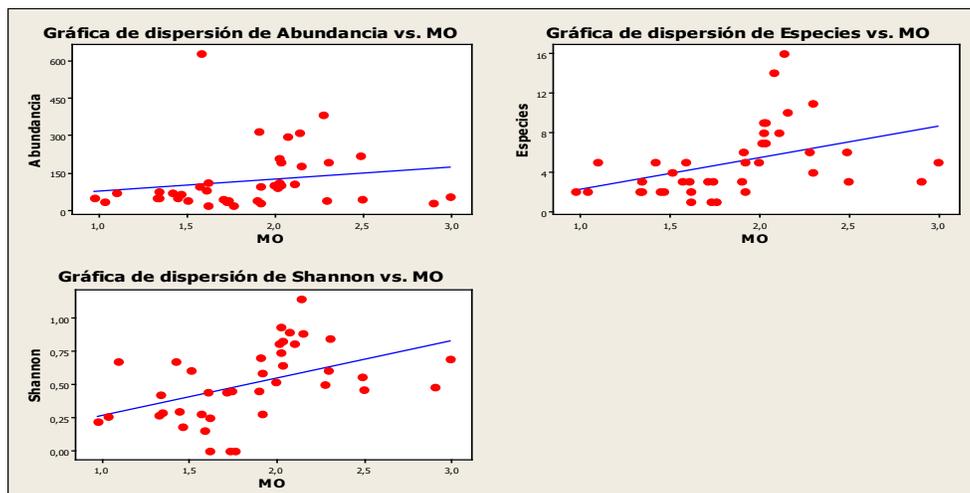
**Tabla 1.** Valores propios de la matriz de correlación para los 3 primeros ejes del análisis de componentes principales. Fuente: Autores

Valores propios de la matriz de correlación y estadísticas relacionadas				
Valores numéricos	Valores propios	% Varianza Total	Acumulativo Valores Propios	Acumulativo %
1	2,45	61,35	2,45	61,35
2	0,85	21,48	3,31	82,83
3	0,61	15,37	15,37	98,21

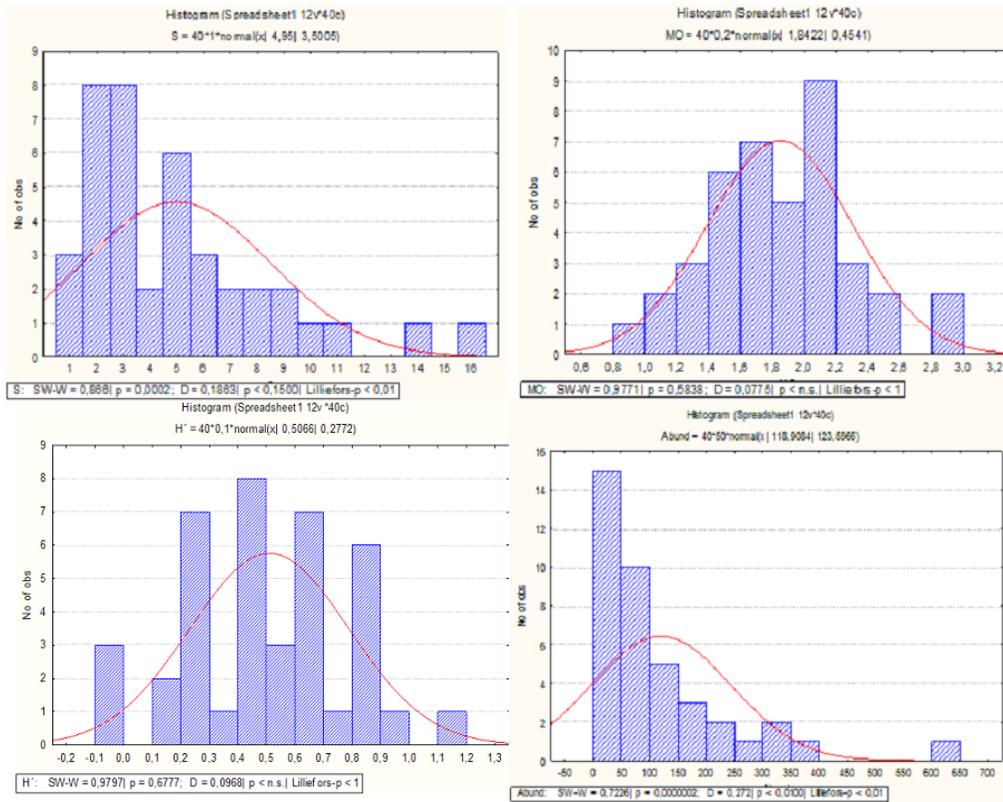
La tabla 2 indica una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre Materia orgánica con el número de especies (S) e índice de diversidad ( $H'$ ), no existió una correlación significativa ( $p > 0,05$ ) entre la Materia orgánica con la abundancia, ésta última solo presentó una correlación significativa con el número de especies (S). Los valores de S y  $H'$  estuvieron altamente correlacionados, demostrando una buena distribución de los individuos entre el número de especies encontradas, abundancia y el índice de Shannon. Así mismo la figura 3, muestra la dispersión de los datos de Abundancia, S y  $H'$  sobre la materia orgánica. Aquí podemos ver que la pendiente entre abundancia y materia orgánica no es significativa comparadas con las dispersiones de S y  $H'$ . Los datos fueron previamente testeados para verificar su normalidad y homocedasticidad (figura 4).

**Tabla 2.** Análisis de Correlación entre Materia Orgánica (MO), Abundancia ( $\#/m^2$ ), Número de especies (S) e Índice de diversidad ( $H'$ ). Fuente: Autores

Variable	Correlaciones. Correlaciones marcadas son significantes a $p < 0,05000$ N=40 (eliminación por caso de datos faltantes)			
	MO	Abundancia	S	$H'$
MO	1	0,18	0,41	0,46
Abundancia	0,18	1,00	0,55	0,28
S	0,41	0,55	1,00	0,88
$H'$	0,46	0,28	0,88	1,00



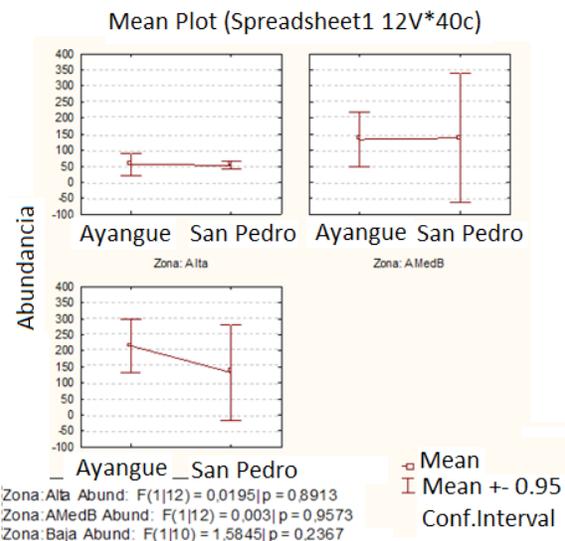
**Figura 3.** Gráficas de dispersión para establecer correlaciones de la materia orgánica en función de la abundancia, especies e índice de biodiversidad (Shannon-Wiener,  $H'$ ) respectivamente.



**Figura 4.** Análisis de normalidad y homocedasticidad de las variables S, MO, H' y abundancia respectivamente usando el Test de Shapiro-Wilk y el Test de Kolmogórov-Smirnov

Las fluctuaciones de todas las variables testeadas en esta investigación para cada estación se graficaron juntas en la figura 5, mostrando una igualdad estadística de medias con respecto a la materia orgánica en la zona mesolitoral e infralitoral, sólo en la zona supralitoral es significativamente diferente ( $p < 0.05$ ). Se evidenció mayor carga orgánica en Ayangue que San Pedro solamente en las zonas altas y media, en la zona baja no se comportó de la misma manera.

La abundancia, dada su variabilidad (DS), en ninguno de los casos fue significativamente diferente ( $p > 0.05$ ). En referencia al número de especies, la zona baja fue diferente estadísticamente entre ambos sectores ( $p < 0.05$ ), los promedios de las zonas altas y media fueron significativamente iguales. En alusión al índice de biodiversidad, hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las zonas mesolitoral e infralitoral, por su parte la zona supralitoral fue significativamente igual ( $p > 0.05$ ).



a)

b)

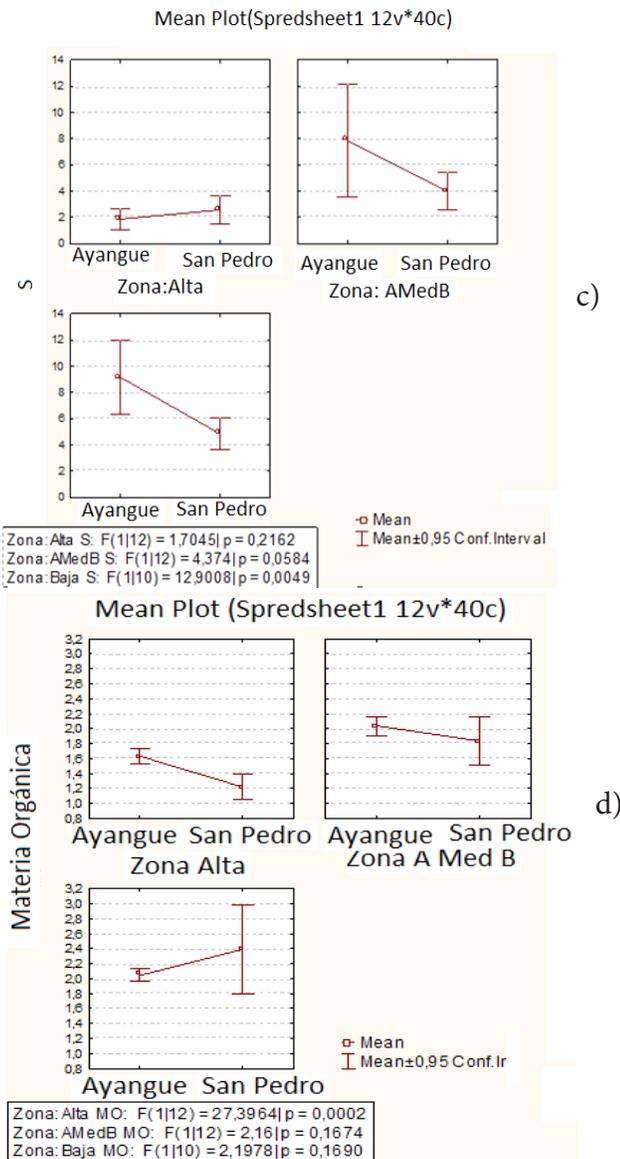


Figura 5. Fluctuaciones entre las dos playas y de diferentes Zonas (Alta, Media y Baja) de: a) Índice de biodiversidad (Shannon-Wiener, H'), b) Abundancia, c) Materia orgánica (MO) y d) Número de especies (S) para cada estación de muestreo.

Según De la Lanza-Espino, Pulido & Pérez (2000), con respecto a las once familias de poliquetos encontradas, seis de aquellas tienen señalada al menos un género representa un organismo bioindicador de contaminación por materia orgánica: *Scolelepis sp.*, *Mediomastus sp.*, *Nereis sp.*, *Hemipodus sp.* y *Ophelina sp.* De estos géneros tenemos valores altos para *Mediomastus sp.* y *Scolelepis sp.* para la estación de Ayangue y en el caso de San Pedro existe un valor excesivo de *Hemipodus sp.* Ayangue presenta mayor materia orgánica a diferencia de San Pedro, pero solamente en las zonas altas y media, regiones donde justamente se dan las aglomeraciones de *Mediomastus sp* y *Scolelepis sp.* San Pedro guarda mayor índice de carga orgánica en la zona baja que Ayangue

(tabla 3) esto se debe a la pendiente pronunciada que caracteriza a esta playa expuesta (Ruiz, 2002).

Al aumentar la materia orgánica, va a aumentar el índice de biodiversidad exclusivamente en la zona mesolitoral de Ayangue, para el resto de zonas en ambas playas el aumento no será tan significativo, un razonamiento válido sería que simplemente se debe a las horas de permanencia en agua, que en tal caso, como señala Dexter (1988) la variedad y riqueza de la macrofauna de una playa arenosa más bien se verá influenciada por la exposición a la acción de las olas, la zona infralitoral tiene más exposición que la zona mesolitoral y ésta última tendrá más exposición de agua que la zona supralitoral.

Aquellos puntos de muestreos de la zona alta en donde se trabajó hasta un fondo de 30 cm se eliminaron para evitar la incidencia de la profundidad en el análisis. La correlación no significativa entre materia orgánica y abundancia (tabla 2) se debe a la cuantiosa variabilidad que existe en ésta última; es decir, cuando existe alta materia orgánica, existe abundancia de ciertas especies en número, sin importar que especies sean y cuando existe baja materia orgánica, de la misma manera existe abundancia de ciertas especies, pero no de la otra; en cualquiera de los dos casos existirá abundancia, visto de otra manera, la materia orgánica favorece a ciertas especies y a otras no, esto a su vez explica la zonación de los géneros mencionados anteriormente.

Lo idóneo sería que todos nuestros datos obedezcan a una curva normal, pero no en todos los casos sucede esto (n=40). Los datos de materia orgánica e índice de biodiversidad no presentan diferencia significativa con respecto a una curva normal, son simétricos; el valor de p de abundancia y diversidad respectivamente indican que hay una diferencia significativa entre nuestra curva y una curva normal (figura 5), motivo por el cual se deberán considerar más datos en futuros estudios con el propósito reducir estadísticamente la variabilidad de un análisis y alcanzar la normalidad. Finalmente, las muestras de San Pedro por lo general indican un valor menos alto en MO que Ayangue, un criterio válido es que es debido al tamaño de partícula, con un análisis de granulometría se podría verificar con exactitud que a simple vista el tamaño de partícula de San Pedro es más grande, esto significaría que casi no existiría probabilidad de que la materia orgánica permanezca mucho tiempo en la zona intermareal debido a la acción de las mareas y olas; por otro lado, las partículas de Ayangue son más pequeñas y por ende el material orgánico se quedará un mayor tiempo físicamente estacionado (Torres, A. V., Dorta, Y. F., & Herrera, C. R. Z., 2002).

**Tabla 3.** Comportamiento de la materia orgánica (MO), índice de biodiversidad (Shannon-Wiener, H'), número de especies (S) y abundancia por estación y zona. Fuente: Autores.

	MO			H'		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Ayangue	➔	➔			➔	➔
San Pedro			➔	➔		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Ayangue	➔		➔		➔	➔
San Pedro		➔		➔		
	Abundancia			S		

## CONCLUSIONES

La variabilidad de la materia orgánica aquí estudiada muestra una correlación positiva altamente significativa con respecto a la diversidad macrobentónica para ambas localidades, sin embargo, presenta una correlación no significativa o indiferente con respecto a la abundancia, lo que nos indica que existe gran abundancia, pero con ciertas especies dominando sobre otras, para las dos playas.

En cuanto a la correlación por estación y zonas, la materia orgánica únicamente aumenta en la zona alta de Ayangue a medida que aumenta la abundancia de la misma zona, la diversidad incrementa sólo en la zona media a medida que aumenta la materia orgánica de la misma zona. El presente estudio se lo realizó en la época seca del país en donde nos indica para la localidad de San Pedro que lo más abundante no siempre será lo más diverso, pues existe más abundancia del Phylum Mollusca, pero es más diverso Phylum Annelida, en Ayangue el Phylum Annelida siempre fue el más abundante y diverso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aerts, K., Vanagt, T., Degraer, S., Guartatanga, S., Wittoeck, J., Fockede, N., y otros. (2004). Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (Bay of Valdivia). *Journal of Belgian Zoology*, 134(1), 15-22.

American Society for Testing and Materials. (2000). *Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*. West Conshohocken, PA, USA: American Society for Testing and Materials.

Angeloni del Castillo, P. E. (2003). *Impacto del uso recreativo sobre la fauna Macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz*. Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Brown, A.C. & A. McLachlan, (1990). *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Science Publishers B.V., 328 pp.

Calle, K. P. (2006). Tolerance of Tidal Creek Macrobenthic Organisms to Multiple Stressors: Implications on Distributional Patterns. *University of South Carolina. United State*.

Calles, A. K., Domínguez, L., Guartatanga, S., Ruiz, V., González, K., de Grunauer, C. R., & Vincx, M. (2002). Interannual Variability of the Meiobenthos and Hyperbenthos Communities from two Ecuadorian Sandy Beaches (1999-2001). *Investigaciones marinas*, 30(1), 135-137.

Cruz, M. (2013). Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 18 N° 1*. Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.

Dexter, D. M. (1988). *The sandy beach fauna of Portugal*. Museu Bocage.

De la Lanza-Espino, G., Pulido, S. H., & Pérez, J. L. C. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés.

Fauchald, K. (1977). The polychaete worms: definitions and keys to the orders, families and genera.

Giere, O. (2013). *Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer Science & Business Media.

González, A., & Torruco, D. (2012). *Las Playas Arenosas: Ecosistema en Movimiento*. (D. H. Soria, Ed.) Recuperado el 28 de 12 de 2015, de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México: <http://www.pcti.mx/articulos/item/las-playas-arenosas-ecosistema-en-movimiento>.

Hartman, O. (1969). *Atlas of the sedentary polychaetous annelids from California*. Allan Hancock Foundation.

Landívar, J., y Guartatanga, S. (2005). *Macrobentos de playas arenosas*. Ecuador: Cámara Ecuatoriana del Libro - Núcleo de Pichincha.

Parrales Espinel, L. A. (2003). Análisis preliminar del estudio antropogénico de la macro fauna bentónica en la zona intermareal de la playa arenosa de Posorja. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7058>

Ruiz, V. (2002). Estudio Preliminar de la Variación Anual del Hiperbentos Intermareal de una Playa Arenosa de la Provincia del Guayas (Cenaim-San Pedro). Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/>

123456789/4671

Tarazona J., C. y. (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. Revista de Ciencias U.N.M.S.M., 74(1), 103 - 116.

Torres, A. V., Dorta, Y. F., & Herrera, C. R. Z. (2002). Composición de la fauna más representativa en el arrecife de coral costero de playa Corinthia, región nororiental de Cuba. Rev. Invest. Mar, 23(3), 167-172.

Villamar, F. (2005). Estudio taxonómico y distribución de los poliquetos bentónicos en la zona intermareal de las provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 13. No 1. Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.

Villamar, F. (2013). Estudio de los poliquetos (Gusanos marinos) en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Manta (Ecuador), y su relación con algunos factores ambientales, durante marzo y agosto del 2011. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 18 N° 1, 2013. Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.

Villamar, F., Cruz, M. (2007). Poliquetos y moluscos macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la provincia del Guayas (Monteverde, Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico, 14, 147-153. Journal Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.

**CONTROL DE *PERILEUCOPTERA COFFEELLA* GUÉRIN-MÉNEVILLE SILVESTRI EN EL CULTIVO DE *COFFEA ARABICA* L**CONTROL OF *PERILEUCOPTERA COFFEELLA* GUÉRIN-MÉNEVILLE SILVESTRI IN THE CULTURE OF *COFFEA ARABICA* L

Reinaldo Delgado Porres<sup>1</sup>

Email: [esp.pplantas@sanvegcfg.minag.gob.cu](mailto:esp.pplantas@sanvegcfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1080-9044>

Pedro Leonel Alonso Consuegra<sup>1</sup>

Email: [esp.lbiologica@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:esp.lbiologica@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5510-3339>

Yhosvanni Pérez Rodríguez<sup>2</sup>

Email: [yprodriguez@ucf.edu.cu](mailto:yprodriguez@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

<sup>1</sup>Dirección Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos

<sup>2</sup>Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez

**Cita sugerida (APA, séptima edición)**

Delgado Porres, R., Alonso Consuegra, P. L., Pérez Rodríguez, Y. (2022). Control de *Perileucoptera Coffeella Guérin-Méneville* Silvestri en el cultivo de *coffea arabica* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 31-37. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el control de dos plaguicidas sobre *Perileucoptera coffeella* Guérin-Méneville) Silvestri y su efecto en el rendimiento del *Coffea arabica* L. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos, ciproconazol + tiametoxam a 300 + 300 g i.a./ha (0,06 + 0,06 g i.a./planta), Verdadero GD 600 a 1 kg p.c./ha; 0,2 g p.c./planta), un tratamiento al suelo: triadimenol + imidacloprid a 750 + 1000 g i.a./ha respectivamente (0,15 + 0,2 g i.a./planta), Bayfidan Duo GR 1,4 a 62,5 kg/ha o 25 g p.c./planta, y un tratamiento control. Fueron medidos según los indicadores: Pares de hojas, cantidad de ramas nuevas, porcentaje de ramas fructificadas, granos por ramas, peso de 1000 granos, cosecha total y rendimiento. El tratamiento con Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha) y Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) mostró una disminución de cantidad de larvas vivas por minas (IA) y minas en las hojas (IN) por debajo del umbral de daño. *P. coffeella* afectó hojas nuevas, número de ramas con frutos, el peso de frutos y la producción total. Y el mayor rendimiento se alcanzó con ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L a dosis de 50 g/plantas en drench.

**Palabras clave:**

Minador, café, plaga.

**ABSTRACT**

In order to evaluate the control of two pesticides on *Perileucoptera coffeella* Guérin-Méneville) Silvestri and its effect on the yield of *Coffea arabica* L, a randomized block design with four treatments was used, cyproconazole + thiamethoxam at 300 + 300 g ai / ha (0.06 + 0.06 g ai / plant), True GD 600 at 1 kg bw /it has; 0,2 g p.c./plant), a soil treatment: triadimenol + imidacloprid at 750 + 1000 g i.a. / ha respectively (0,15 + 0,2 g a.i./plant), Bayfidan Duo GR 1,4 to 62,5 kg / ha or 25 g p.c./plant, and a control treatment. They were measured according to the indicators: pairs of leaves, number of new branches, percentage of fruiting branches, grains per branches, weight of 1000 grains, total harvest and yield. Treatment with Cyproconazole + thiamethoxam (300 + 300 g ai / ha) and Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g ai ha<sup>-1</sup>) showed a decrease in the number of live larvae due to mines (IA) and mines in the leaves (IN) below the damage threshold. *P. coffeella* affected new leaves, number of branches with fruit, fruit weight and total production. And the highest yield was achieved with cyproconazole 300 g. L + thiamethoxam 300 g. L at doses of 50 g / plants in drench.

**Keywords:**

Minador, coffee, pest.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea* spp.) es un renglón importante en la economía del país, necesidad que posibilita realizar investigaciones sistemáticas para analizar el cumplimiento de los planes económicos-productivos como basamento para la toma de decisiones (Vargas et al., 2021). El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial después de los aceites comestibles y el té. Guillén et al. (2021) refieren que este cultivo también es conocido por sus propiedades medicinales, entre las que se han identificados las antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Delgado et al., 2021).

El modelo de aprovechamiento cafetalero en Cuba, ha experimentado una transición desde la gran plantación esclavista hasta las medianas y pequeñas colonias. En 1959 con la Reforma Agraria continuaron los cambios estructurales: primero, la aparición de las granjas estatales y, después de los años setenta, la aparición de los modelos cooperativos, lo cual posibilitó que la cosecha de café se convirtiera en uno de los mercados de trabajo en Cuba, principalmente en la región oriental (Jerez, 2020).

En el mundo los países mayores producciones de café se encuentran en Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia y Etiopía, con grandes plantaciones (Nestlé, 2018). **Finlandia** ocupa el primer lugar como **el país que más consume el café** (Pérez, 2015). En Cuba, el café fue introducido en el año 1748 (Cowley y Pego, 1976). Actualmente Este cultivo ocupa un lugar importante en la agricultura y representa una fuente de entrada de divisas al país por su venta en el mercado internacional.

En las últimas campañas se ha notado un incremento de los niveles de daños en el café a causa de *Perileuoptera coffeellum* Guerin-Meneville, (1842) Silvestri (Lepidoptera: Lyonetiidae), minador de las hojas del café, especie monófaga adaptada al género *Coffea*, cuyas larvas se alimentan de hojas de las plantas de café y hacen galerías en la lámina foliar, que provocan defoliación cuando la infestación es abundante. El aumento de sus poblaciones, no solo se ha debido a situaciones climáticas, sino también a prácticas de manejo del cultivo de café. Durante las etapas de vida inmadura, el insecto se alimenta en el mesófilo, desencadenando necrosis y causando pérdida de la capacidad fotosintética, defoliación y pérdida significativa de rendimiento en los cultivos de café (Dantas et al., 2020).

La hembra adulta vive entre 14 a 21 días y oviposita alrededor de 70 huevos que son redondos y achatados de color blanco brillante y de aproximadamente 0,3 mm de diámetro. Las larvas emergen alrededor de siete días e inmediatamente comienzan a alimentarse de la epidermis. Las larvas son blancas y llega alcanzar 4 mm de longitud, después de pasar por 4 fases, lo que tarda alrededor de 12 días a una temperatura de 25 °C (Jaramillo y Parra, 2017).

*P. coffeellum* afecta el cultivo de café en todos los países de Centro y Suramérica, ha causado pérdidas significativas en la producción en Colombia y Brasil (Pantoja et al., 2019). Y sólo es capaz de atacar plantas de café. Es considerada en Cuba como la principal plaga del cultivo (CNSV, 1989). Por lo expuesto anteriormente el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dos plaguicidas sobre *Perileuoptera coffeella* Guérin-Ménéville, (1842) Silvestri y el rendimiento del *Coffea arabica* L.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó a una altura sobre el nivel del mar de 60 msnm, a los 22,0866530 de Lat. N y los 80,254815° de Longitud O, en el Municipio Cumanayagua, Cienfuegos. Fue seleccionada un área de plantas con antecedentes de afectaciones por *P. coffeella* en un área de café con tres años de plantada de la especie *C. arabica*, variedad caturra con un marco de plantación de 2 x 2 metros y una densidad de plantación de 2 500 plantas por hectárea en un área total de 400 metros cuadrados.

La aplicación del producto se realizó cuando la incidencia de *P. coffeella*, sobrepasó los parámetros establecidos en la metodología de señalización. Al mismo tiempo se realizaron labores agrotécnicas de fertilización, utilizando la fórmula completa NPK (9-13-17), a razón de 60 g/plantas al inicio el experimento, y a los 60 días la fertilización nitrogenada con urea en a razón de 45 g/plantas, como se establece en el instructivo técnico para el cultivo del café en Cuba.

El experimento constó con parcelas experimentales conformadas por 11 plantas cada una. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, de forma que cada variante contuvo un total de 33 plantas en condiciones de la plantación uniformes en cuanto a edad, sombra y estado general de la misma, condiciones del terreno características del suelo, relieve, topografía con tres variantes de tratamientos como se describen a continuación.

I-Tratamiento de ciproconazol + tiametoxam a 300 + 300 g i.a./ha (0,06 + 0,06 g i.a./planta) (Verdadero GD 600) a 1 kg p.c./ha; 0,2 g p.c./planta).

II-Tratamiento al suelo de: triadimenol + imidacloprid a 750 + 1000 g i.a. /ha respectivamente (0,15 + 0,2 g i.a./planta) (Bayfidan Duo GR 1,4) a una dosis de 62,5 kg/ha o 25 g p.c./planta.

III-Tratamiento control

Se realizó una aplicación a la base del tronco de la planta (drench) a razón de 50 cc/plantas a cada una de las variantes empleadas en el estudio a los 30 días antes de la floración y aplicaciones al suelo con ciproconazol 300g/L + tiametoxam 300 g/L con mochila Jacto de 16 L de capacidad con un dosificador para entrega de volúmenes fijos en drench. Las aplicaciones de triadimenol 6 g + imidacloprid 8 g granulado se realizaron con una vasija tarada para 25 g de p.c./planta dirigida al ruedo de la planta (Tabla, 1).

Tratamientos	Ingrediente activo (i.a)	Nombre comercial del plaguicida utilizado	Dosis i.a. /ha g	Dosis PC/ha
I	ciproconazol 300 g + tiametoxam 300 g	Verdadero GD 600	300+300	1 kg/ha
II	triadimenol 6 g + Imidacloprid 8 g	Bayfidan Duo GR 1,4	750+1000	62,5 kg/ha
III	Tratamiento control		-	-

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el estudio

\*Gramos de ingrediente activo (i.a) por hectárea

\*\* Producto comercial (PC) por hectárea. Fuente: Elaboración propia

### Evaluaciones el desarrollo vegetativo y la cosecha

Para la evaluación del tratamiento en estudio, se marcaron un total de ocho ramas por cada planta, se seleccionaron cuatro ramas en el tercio medio y cuatro ramas en el tercio inferior de la planta. Este dispositivo de evaluación determinó que en el experimento fueron marcadas y evaluadas 88 ramas por cada réplica, 264 ramas por tratamiento y un total de 792 ramas para el total del experimento. De cada planta se toman tres hojas de la parte basal (inferior), de la parte media (del medio) y de la parte apical (superior). Figura 1.

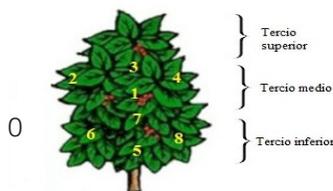


Figura 1: Diseño de ramas marcadas. Fuente: Elaboración propia

Se realizaron cinco evaluaciones posteriores a la aplicación de los insecticidas en cada tratamiento con una frecuencia mensual (30, 60, 90, 110, 130 días), después de la aplicación completándose un total de cinco evaluaciones. A continuación, se describen las mismas (Tabla 2).

Tabla 2: Descripción de los momentos de las diferentes evaluaciones y aplicaciones que se realizaron durante el ensayo

Evalua-ción-Aplicación	Momento de evalua-ción (dda)*	Tipo de Evaluación
		En hojas al azar
Evaluación 1	30	En hojas al azar
Evaluación 2	60	En hojas al azar
Evaluación 3	90	En hojas al azar
Evaluación 4	110	En hojas al azar
Evaluación 5	130	En hojas al azar

(dda)\* - días después de aplicado el fungicida

### Cálculos para determinar la efectividad biológica de las variantes en estudio para el control de *P. coffeella*

Para el cálculo de la efectividad biológica de los tratamientos se utilizaron los siguientes parámetros y fórmulas.

Índice de Ataque: Presencia de larvas vivas en las minas.

Se calculó de acuerdo a la fórmula I.A.=  $\Sigma Lv$

Donde:

Lv = Larvas vivas

Índice de daño: Porcentaje de hojas minadas

Se calculó de acuerdo a la fórmula ID. =  $\Sigma HM/TH \times 100$

Donde:

HM = Hojas minadas.

TH = Total de hojas.

N = Número total de hojas en la muestra.

Índice de nocividad: Total de minas en las hojas.

Se calculó de acuerdo a la fórmula I.N.=  $\Sigma MH$ .

Indicadores de productividad y rendimiento evaluados en el ensayo

Para evaluar los efectos sobre los componentes de productividad y rendimiento de las plantas de café se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores:

Indicadores de productividad:

Pares de hojas nuevas

Cantidad de ramas nuevas

Porcentaje de ramas fructificadas

Indicadores de rendimiento

Granos por ramas

Peso de 1000 granos (en gramos (g))

Cosecha total (en toneladas métricas (t))

Rendimiento (toneladas métricas por hectárea (t. ha<sup>-1</sup>))

Para el caso del conteo de los pares de hojas nuevas y cantidad de ramas nuevas se tuvo en cuenta la suma de la cantidad contada en cada planta, teniendo de esta forma el total de cada réplica por variante. El porcentaje de ramas fructificadas se determinó al dividir el total de ramas con granos entre el total de ramas en cada parcela y multiplicarlo por 100. Se determinaron las medias por parcela y variante. Los granos por rama se determinaron contando los frutos en las ramas marcadas por plantas de cada parcela. Los datos de compilación para cada parcela y variante. El peso de los granos se determinó al finalizar la cosecha, de un total de 1 000 granos al azar para cada parcela y variante en estudio y se pesaron en una balanza digital con capacidad de pesaje de hasta dos kilogramos.

Los datos obtenidos de la cosecha total se obtuvieron al finalizar el ciclo productivo de las plantas y el total de frutos de cada planta por réplica y por cada variante en

estudio fueron pesados en una báscula de plato con una capacidad de pesaje de hasta 50 kilogramos. El rendimiento en toneladas por hectárea (t. ha<sup>-1</sup>) de grano verde se calculó por réplica y por cada variante en estudio, cada réplica con un área de 20 m<sup>2</sup> y cada variante.

#### Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas en el ensayo se realizó un análisis de varianza. Las medias fueron comparadas por el Test de rangos múltiples de Duncan se empleó el paquete estadístico Para el análisis estadístico se empleó el paquete StatGraphics plus 5.1 C. Las medias en porcentaje se transformaron en 2 arcoseno  $\sqrt{p}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variantes	Medias de los índices de ataque larvas vivas en las minas.						
	2018	2019					
	14-dic	15-ene	15-feb	26-feb	02-abr	20-abr	02-may
Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha)	31,75 a	6,0 a	5,8 a	7,75 a	8,0 a	8,5 a	8,9 a
Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a./ ha)	30,0 a	5,5 a	4,8 a	5,0 a	6,5 a	7,3 a	7,8 a
Testigo sin tratar	30,2 a	21,8 b	21,3 b	22,1 b	23,8 b	24,0 b	25,2 b
Media General	30,6	10,8	10,6	11,0	12,8	13,3	14,0
Error Estándar	0,1254	0,1169	0,1334	1,009	0,1157	0,1242	1,2627

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según test de rangos múltiples de Duncan)

A partir de los 60 días se produjo un ligero incremento de la cantidad de larvas vivas por hoja, resultados que coinciden con Syngenta, (2016) al referir la carencia de 56 días. Resultados similares según Campos, (2019)

La presencia de larvas vivas por minas al inicio del experimento en los tratamientos mostró valores similares superiores con índice de plaga correspondiente para la realización de la aplicación. Posterior a la aplicación de Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha) las parcelas tratadas mostraron una disminución de la cantidad de larvas vivas por minas, por debajo del índice de ataque sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos con Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a./ ha), pero si respecto al Tratamiento control, que se mantuvo en toda la evaluación por encima del índice de ataque de la plaga (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de medias de desarrollo de la plaga en las diferentes variantes posterior a la aplicación

determinó que las poblaciones del minador inician su ascenso durante el mes de febrero y alcanzan su pico máximo a finales de abril, y descienden a partir de mayo como consecuencia del establecimiento de las lluvias.

Tabla 4. Comparación de medias de nocividad de la plaga en las diferentes variantes

Variantes	Medias de índice de nocividad Total de minas en las hojas.						
	2018	2019					
	27-dic	26-ene	09-feb	26-feb	02-abr	20-abr	02-may
Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha)	16,5 a	14,8 a	13,5 a	15,75 a	14,0 a	11,3 a	12,0 a
Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a./ ha)	25,5 a	15,3 a	14,8 a	16,5 a	18,0 a	15,8 a	14,75 a
Testigo sin tratar	30,0 b	31,8 b	34,0 b	34,5 b	35,4 b	36,5 b	36,25 b
EE	0,13	0,14	0,14	0,16	0,16	0,14	0,12

Las parcelas tratadas con tiametoxam 300 g/ L e imidacloprid 8 g/L mostraron una disminución de la cantidad de minas por hoja muy por debajo del índice de ataque sin mostrar diferencias significativas entre ellos, pero si respecto al testigo sin tratamiento que se mantuvo en toda la evaluación por encima del índice de nocividad. Con la disminución del índice de ataque y el índice de nocividad no se justifica la realización de otra aplicación, coincidiendo con Campos, (2019), donde plantea que las aplicaciones de insecticidas solo se justifican cuando se ha alcanzado o superado el umbral de control químico.

La principal táctica de conservación de este programa es la no utilización de insecticidas foliares y la reducción de las aplicaciones de fungicidas. A pesar de que se había recomendado utilizar estos insecticidas en casos absolutamente necesarios y según el índice de las plagas (CNSV, 1989), y en el programa de lucha integrada contra el minador, la aplicación de insecticidas foliares se decide según nivel de parasitismo (Simón, 1989). La reducción de estos productos ha incrementado el nivel de parasitismo global de las poblaciones de *P. coffeella* hasta más de 50 % y los índices de la plaga disminuyeron considerablemente en todas las regiones cafetaleras del Cuba (Vázquez, 2005).

Al evaluar el tratamiento con ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L mostró valores absolutos superiores de los indicadores evaluados de pares de hojas nuevas, cantidad de ramas nuevas y el porcentaje de ramas fructificadas con relación al resto de los tratamientos que la

influyeron sobre el desarrollo de las plantas de café, después de la floración y antes de la cosecha, en evaluaciones de las hojas y las ramas emitidas y el porcentaje de ramas con fructificación (Tabla, 5).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de las plantas de café. Comparación de medias para los Indicadores productividad del café

Tratamiento	Cantidad de pares de hojas nuevas		Cantidad de ramas nuevas		% Ramas fructificadas	
	Media	Signif.(1)	Media	Signif.	Media	Signif.
Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a./ ha)	26,65	b	11,20	b	76,31	ab
ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha)	44,4	a	15,20	a	84,90	a
Testigo sin tratar	18,4	c	6,98	c	40,81	b
Media General	29,81		11,13		67,34	
Desviación Estándar	9,95		3,17		18,02	
Valor del Estadígrafo	2094,37		35,23		35,97	
P-Valor	0,00		0,000003		0,000003	

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según test no paramétrico de Kruskal-Wallis para en nivel de significación del 5 %.

Los resultados de la producción al momento de la cosecha, fue realizada 37 semanas después del último tratamiento con el tratamiento de ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L. alcanzándose mayores valores absolutos de la cantidad y peso de granos de café cereza, la cosecha y el rendimiento, el cual fue significativamente superior que el Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) y el testigo sin tratamiento.

A nivel de la cosecha, las diferencias entre la variante con ciproconazol + tiametoxam, la producción total fue 17,1 % mayor que con el triadimenol 6 g + imidacloprid 8 g, y 69,7 % mayor que el testigo sin tratamiento. Así mismo, el rendimiento por ha, fue 17,2 % mayor que con triadimenol 6 g + imidacloprid 8g y un 39,6 % mayor que el testigo sin tratamiento.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento

Tratamiento	Granos/Ramas Marcadas <sup>(1)</sup>		Peso de 1 000 Granos (gr)		Cosecha Total <sup>(2)</sup> (kg)		Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	
	Media	Signif. <sup>(3)</sup>	Media	Signif.	Media	Signif.	Media	Signif.
Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a./ha)	78,21	a	2102,11	a	19,00	a	4,75	a
Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a./ ha)	30,67	b	1911,60	b	15,75	ab	3,94	ab
Testigo sin tratar	14,57	b	1562,41	c	5,75	c	2,87	c
Media General	41,15		1857,7		13,5		3,85	
Desviación Estándar	27,54		201,33		5,35		2,67	

Letras diferentes indican diferencias significativas

El Tratamiento con Tiametoxam 300 g tuvo un impacto en el desarrollo de las plantas de café en relación a la emisión de hojas nuevas, ramas nuevas y ramas fructificadas y se obtuvieron los mejores efectos con ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L, que tuvieron diferencias altamente significativas en relación a la obtenida en el testigo. La incidencia del minador provocó la reducción de la capacidad fotosintética, así como el debilitamiento de los árboles enfermos y tuvo un impacto muy elevado en la productividad del café en las parcelas sin tratamiento.

El tratamiento de ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L tuvo un impacto significativamente superior al resto de los tratamientos sobre la emisión de hojas nuevas, ramas nuevas y el porcentaje de ramas fructificadas, que asumimos se debe al efecto bioactivador del tiametoxam sobre el crecimiento. En el ensayo, el tratamiento con ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L mostró diferencias altamente significativas con los demás tratamientos estudiados en relación a la disminución del impacto de la plaga en la producción. El aumento de la productividad

obtenida con el tratamiento con ciproconazol 300 g/L + tiametoxam 300 g/L, se asume que tiene relación con el efecto demostrado por esta molécula en relación al vigor, la acumulación de biomasa, la alta tasa de fotosíntesis y raíces más profundas, encontradas en estudios con cultivos como la soya, el arroz, el trigo, entre otros y relacionadas a la transcripción del ADN en la planta, expresión de genes, proteínas de la membrana, enzimas metabólicas y nutrición (Castro, 2016). Estas proteínas interactúan con mecanismos de acción del estrés por diferentes factores como la sequía, pH, salinidad, daños por plagas, favoreciendo rendimientos altos.

## CONCLUSIONES

1. Ciproconazol + tiametoxam (300 + 300 g i.a. ha<sup>-1</sup>) y Triadimenol + imidacloprid (750 + 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) mostraron una disminución de la cantidad de larvas vivas por minas (IA) y minas en las hojas (IN).
2. Se demostró que el minador afectó la producción de ramas, hojas nuevas, el número de ramas con frutos, el número de frutos por ramas, el peso de los frutos y la producción total.
3. El mayor rendimiento se alcanzó con ciproconazol 300 g. L + tiametoxam 300 g. L a dosis de 50 g/plantas en drench.

## RECOMENDACIONES

4. Proponer el uso del Verdadero GD 600 y Bayfidan Duo GR 1,4 cuando el nivel poblacional de la plaga y el índice de ataque sea mayor de 30 larvas vivas en las minas.
5. Realizar estudios sobre el efecto del Verdadero GD 600 y Bayfidan Duo GR 1,4 sobre los bioreguladores naturales presentes en el cultivo del café.
6. Socializar los resultados de este trabajo con productores, técnicos y directivos que cultivan el café en la provincia de Cienfuegos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, O. (2019). *Boletín técnico CEDICAFE (en línea)*. S.l., s.e. <https://www.anacafe.org/uploads/file/359297b-756b547adb17050f0832eb931/Boletin-Tecnico-CEDICAFE>.
- Castro. (2016). *Efecto de tiametoxam en la tolerancia y productividad, además del control de insectos. HortiCultivos [University of São Paulo]*. <https://www.horticultivos.com/agroquimicos/fitosanidad/efecto-tiametoxam-la-tolerancia-productividad-ademas-del-control-insectos>.
- CNSV. C. N. de S. Vegetal. (1989). *Programa Integral de Defensa Fitosanitaria del Cafeto*. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 79 p.
- Cowley, R. & Pego, A. (1976). *Los Tres Primeros Historiadores de la Isla de Cuba*. (Ecured, (2019). *Cumanayagua, Cienfuegos*. [https://www.ecured.cu/Cumanayagua\\_\(Cienfuegos\)](https://www.ecured.cu/Cumanayagua_(Cienfuegos)).
- Dantas, J. Motta, I. Vidal, L. Bílio, J. Pupe, J.M. Veiga, A. Carvalho, C.H.S. Lopes, R.B. Rocha, T.L. Silva, L.P. Pujol-Luz, J.R. Albuquerque, É.V. A. (2020). Comprehensive Review of the Coffee Leaf Miner Leucoptera Coffeella (Lepidoptera: Lyonetiidae), With Special Regard to Neotropical Impacts, Pest Management and Control. *Preprints* 2020100629 (doi:10.20944/preprints202010.0629.v1).
- Delgado R. E., Blanco M. A., Ferrer M. Y.I, Rodríguez F. L, Díaz D. J. Caracterización del consumo de café en estudiantes de medicina. Inmedsur [Internet]. 2021 [citado: fecha de acceso]; 4(1): e142. Disponible en: <http://www.inmedsur.cfg.sld.cu/index.php/inmedsur/article/view/142>
- Nestlé. (2018) *¿Cuál es la historia del origen del café?* © Nestlé 2020. <https://www.nestleprofessional.es/area-profesionales/noticias/cual-es-la-historia-del-origen-del-cafe.html>.
- Pérez V. L. (2015). *La roya del cafeto en Cuba. Evolución al manejo alternativo de la enfermedad. In Memorias del Seminario Científico Internacional "Manejo Agroecológico de la Roya del Café"*.
- Simón, F. (1989). *Programa de defensa integral contra el minador de la hoja del cafeto. Hoja Informativa (4) Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba. 13 p.*
- Syngenta. (2016). *CIPROCONAZOL Técnico*. [https://www.terralia.com/vademecum\\_de\\_productos\\_fitosanitarios\\_y\\_nutricionales/view\\_trademark?book\\_id=1&trademark\\_id=3392](https://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_trademark?book_id=1&trademark_id=3392).
- Guérin Mèneville, (1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) en Coffea arabica en condiciones de laboratorio. *CENICAFE* 68(2): pp.20-27.
- Guillén P. L., Arma, C. N.P., Formoso, M. A, A, Guerra, S. J.R. (2018). Estrategia pedagógica para reducir y prevenir el consumo de drogas desde la Educación Física. *Rev cubana de Invest Bioméd* [Internet]. 36(2): 7 p: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002017000200010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002017000200010)
- Jaramillo, M; Parra, J. (2017). Aspectos biológicos de Leucoptera coffeella
- Jerez D. L.E. (2020.). Batey: Revista Cubana de Antropología Sociocultural El minador de la hoja del café, Leucoptera coffeella (Guérin-Mèneville & Perrotet).

- Pantoja, G. Laura M; Corrêa, A. Oliveira, Luiz O. Narciso, R. Guedes, C. Common Origin of Brazilian and Colombian Populations of the Neotropical Coffee Leaf Miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), *Journal of Economic Entomology*, Volume 112, Issue 2, April 2019, Pages 924–931, <https://doi.org/10.1093/jee/toy416>
- Vargas Batis, B., Fuentes Miranda, O., Rodríguez Osoria, O., Rodríguez Fonseca, R., & Fuentes Miranda, O. (2021). Comportamiento de la producción de café en cuatro sistemas cafetaleros de Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), pp. 104-111
- Vázquez, L. (2005). *Experiencia Cubana en el manejo agroecológico de plagas en cafeto y avances en la broca del café*. [https://www.researchgate.net/publication/286626732\\_Vazquez\\_L\\_L\\_Experiencia\\_de\\_Cubana\\_en\\_el\\_manejo\\_agroecologico\\_de\\_plagas\\_en\\_cafeto\\_y\\_avances\\_en\\_broca\\_del\\_cafe\\_En\\_Simposio\\_sobre\\_Situacion\\_Actual\\_y\\_Perspectivas\\_de\\_la\\_Investigacion\\_y\\_Manejo\\_de\\_la\\_Broca](https://www.researchgate.net/publication/286626732_Vazquez_L_L_Experiencia_de_Cubana_en_el_manejo_agroecologico_de_plagas_en_cafeto_y_avances_en_broca_del_cafe_En_Simposio_sobre_Situacion_Actual_y_Perspectivas_de_la_Investigacion_y_Manejo_de_la_Broca).

**DIVERSIDAD DE FRUTALES EN PATIOS DE TRES CONSEJOS POPULARES URBANOS DEL MUNICIPIO CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS**

## DIVERSITY OF FRUIT-BEARING TREES IN COURTYARDS OF THREE POPULAR URBAN COUNCILS OF THE MUNICIPALITY OF CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

Sandalio García Velazquez<sup>1</sup>Email: [sgarcia@ucf.edu.cu](mailto:sgarcia@ucf.edu.cu)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2071-6984>Lázaro Ojeda Quintana<sup>1</sup>Email: [joberverde@azurina.cult.cu](mailto:joberverde@azurina.cult.cu)ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8629-5695>José R. Mesa Reinaldo<sup>2</sup>Email: [jrmesa@ucf.edu.cu](mailto:jrmesa@ucf.edu.cu)ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5987-4528>Maireby Herrera Capote<sup>1</sup>Email: [mhcapote@ucf.edu.cu](mailto:mhcapote@ucf.edu.cu)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-1476>Juan Antonio Mateo Rodríguez<sup>1</sup>Email: [mateojuanantonio1990@gmail.com](mailto:mateojuanantonio1990@gmail.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4663-7935>Centro Universitario Municipal Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba<sup>2</sup>

## Cita sugerida (APA, séptima edición)

García Velazquez, S., Ojeda Quintana, L., Mesa Reinaldo, J. R., Herrera Capote, M., Mateo Rodríguez, J. A. (2022). Diversidad de frutales en patios de tres Consejos Populares Urbanos del Municipio Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 38-45. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index/aes>

## RESUMEN

El Programa de Agricultura urbana que se lleva a cabo en Cuba considera como un aspecto fundamental el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos para garantizar producciones locales y contribuir a satisfacer las necesidades alimentarias de la población. Dentro de ellos la producción de frutas ocupa un renglón importante. Para constatar, la diversidad de frutales y sus componentes, se realizó un inventario durante el período de septiembre del 2018 a abril del 2019 en 11 patios de los Consejos populares del casco urbano del municipio de Cumanayagua: Brisas, Rafaelito y Vila. El balance del área total utilizada en los patios de los tres Consejos populares ubica un 69,01% dedicada a la producción de frutales. El inventario reportó 33 familias botánicas y 69 especies. Las familias botánicas más representadas resultaron Rutaceae con diez especies, Annonaceae, Anacardiaceae y Sapotaceae con cinco cada una. La diversidad intraespecífica en las especies identificadas arrojó el mango con 17, aguacate con 11 y la guayaba con 7. La dominancia fue baja en los tres Consejos, sin embargo donde hubo mayor riqueza los valores de dominancia resultaron bajos al Índice de Simpson. Los Consejos Rafaelito y Vila fueron más diversos, y a su vez equitativos en cuanto a la presencia y distribución de las especies de frutales diagnosticadas. **Palabras clave:** biodiversidad, frutales, patios, índices ecológicos

**Palabras clave:** biodiversidad, frutales, patios, índices ecológicos

## ABSTRACT

The Program of urban Agriculture that is carried out in Cuba considers a fundamental aspect the handling and conservation of the plant genetic resources to guarantee local productions and to contribute to satisfy the population's alimentary necessities. Inside them, the production of fruits squatter an important line. To verify the diversity of fruit-bearing and their components, was carried out an inventory during the period from September 2018 to April 2019 in 11 courtyards of the popular urban council of the municipality of Cumanayagua: Brisas, Rafaelito and Vila. The balance of the total area used in the courtyards of the three popular Council locates 69, 01% dedicated to the production of fruit-bearing. The inventory reported 32 botanical families and 69 species. The represented botanical families were Rutaceae with ten species, Annonaceae, Anacardiaceae and Sapotaceae with five each one. The diversity intraspecific in the identified species threw the mango with 17, avocado with 11 and the guava with 7. A bigger dominance of species is appreciated in the Councils Rafaelito and Vila. The dominance was low in the three Councils; however where there was bigger wealth the dominance values were low to the Index of Simpson. The Councils Rafaelito and Vila were more diverse and in turn equal as for the presence and distribution of the species of fruit-bearing diagnosed. A considerable number of species exists with unique specimen and at risk of disappearing due to anthropogenic factors and natural phenomena. The fruit species identified do not report a threat category.

**Keywords:** biodiversity, fruit crops, courtyards, ecological indexes

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad está formada por todas las especies existentes que interactúan dentro de un ecosistema; en estos últimos años, los científicos han comenzado a darle mayor importancia al papel que desempeña la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas, al estimar que es precisamente el principio fundamental de la agricultura sostenible (Vergara-Ruiz, 2017).

González et al. (2016), sobre la diversidad vegetal en Cuba, refiere que, autores como: Borhidi, 1996 y Berazaín, *et al.*, 2005, consideran que el archipiélago cubano posee una singular flora, con un estimado de entre 7 000 y 7 500 especies, Whittaker, (2007), lo ubica como el territorio insular más rico en plantas a nivel mundial, y González *et al.*, (2013), como la primera isla en número de especies por kilómetro cuadrado. Por otra parte, la flora cubana posee alrededor del 53 % de especies endémicas (Berazaín, *et al.*, 2005), valor que la posiciona entre las 7 islas con mayor porcentaje de endemismo en el planeta (Whittaker, 2007).

En el área tropical y subtropical existen más de 1500 especies vegetales que producen frutas, ubicadas en no menos de 94 familias y casi 500 géneros. Rodríguez y Ramírez, (2017), a partir de más de 75 recorridos efectuados en el marco del Programa Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar del país han referido para Cuba 205 especies y/o híbridos interespecíficos, que incluyen tanto especies autóctonas o de introducción precolombina, como naturalizadas, originarias o no de América e incluso especies exóticas de reciente introducción. Estos autores han enriquecido

Los volúmenes de exportación de frutas tropicales frescas han registrado las tasas medias anuales de crecimiento más rápidas entre los productos alimenticios comercializados en el ámbito internacional, superando considerablemente el crecimiento en los mercados de alimentos más importantes, en especial de cereales, productos pecuarios, aceites vegetales, azúcar, otras frutas y hortalizas. Además, estas frutas tropicales se encuentran entre los productos alimenticios agrícolas más valiosos cuando se miden por su valor (Altendorf, 2016). Cruz y Deras (2000), citado por López, (2013) mencionan que los frutales tropicales pueden constituir alrededor del 20% de la alimentación y el valor nutricional, además representan entre un 15%-30% de las vitaminas y proteínas a consumir.

En Cuba, desde la década de los años 90 en un proceso paulatino se ha consolidado el Programa de Agricultura Urbana como respuesta al déficit de insumos para la agricultura y la necesidad de satisfacer las demandas de alimentarias de la población.

Para diversificar las producciones, esta se encuentra organizada por 28 subprogramas, de ellos 12 de cultivos, 7 pecuarios y 9 de apoyo; dentro se ubican los frutales (Hernández, 2006). Una oportunidad para desarrollar este subprograma lo constituye la costumbre familiar y las tradiciones de los hogares cubanos, ya sea en zonas

rurales o urbanas, de tener un pequeño huerto o jardín, a veces en un balcón o en los alrededores de la casa, donde coexisten diferentes plantas que son utilizadas con fines alimenticios o no alimenticios. La presencia de frutales bajo estas condiciones constituye una fuente de recursos fitogenéticos muy importante para la biodiversidad local.

Mesa, et al., (2017a) en prospección realizada durante los años 2015-2017 localizaron en patios, parcelas y fincas de la agricultura urbana, suburbana y familiar de la provincia de Cienfuegos un total de 151 especies, pertenecientes a 43 familias botánicas y 132 géneros, de ellas 4 endémicas así como ocho especies no reportadas con anterioridad.

En el municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos desde el año 2007 se han realizado estudios acerca de la biodiversidad de frutales en diferentes formas productivas estatales y privadas. Dada la importancia del tema, y la necesidad de ampliar conocimientos de la fruticultura del territorio, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un inventario de frutales y determinar índices de diversidad en tres Consejos populares del casco urbano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el período comprendido de septiembre de 2018 a junio de 2019 en los Consejos populares urbanos: Vila, Brisas y Rafaelito del municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos.

El suelo es un Tipo genético Pardo Grisáceo con un nivel bajo de fertilidad, textura ligera, menor capacidad de retención de nutrientes y humedad, y reacción del suelo más ácida. (Hernández, et al., 2015).

Para la evaluación de la diversidad de frutales se realizó un inventario mediante el conteo directo de especies y número de individuos. Se practicaron técnicas no experimentales como entrevistas semi-estructuradas, observación participante y encuestas en 11 patios de cada Consejo popular. De igual forma se tomaron datos sobre los propietarios de los patios sobre: nivel de instrucción, género, edad y el destino de las producciones.

Las plantas fueron fotografiadas e identificadas taxonómicamente en el herbario del Jardín Botánico de Cienfuegos (AJBC), y en consulta con Acevedo y Strong (2013) y Rodríguez y Ramírez, (2017). El estado de conservación de las especies y su posible ubicación en la Lista Roja de la Flora de Cuba se realizó de acuerdo a González, et al., (2016).

En la descripción de la diversidad alfa se emplearon los siguientes Índices ecológicos (Villareal et al. 2006):

1. Índice de riqueza de especies (S): Número de especies por sitio de muestreo
2. Índice de Margalef (Dmg):  $S-1/\ln N$ , donde: S número de especies en los patios y N número total de individuos. Cuando hay una sola especie Dmg=0.

3. Índice de dominancia de Simpson ( $\lambda$ ):  $\sum p_i^2$ , donde:  $p_i$  abundancia proporcional de la especie, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra.
4. Equidad o Diversidad: Resultado del inverso de Simpson:  $1/\lambda$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El balance de área de los patios muestra en el Consejo Popular Brisas, que el 75,5 % se encuentra dedicado a la producción de frutales; mientras que en el Consejo Popular Rafaelito un 71,8 % y en el Consejo Popular Vila el 62,4 %. Se constató que el 76,9 % del área total de los patios seleccionados incluyen mayormente la producción de mango, guayaba, aguacate, plátano, ciruela y mamoncillo. Predomina además del interés alimentario, la utilización como sombra para refrescar el ambiente, fundamentalmente en los alrededores de las viviendas.

**Tabla 1.** Balance del área de los patios evaluados en los Consejos Populares

No	Consejo Popular	Área total (ha <sup>-1</sup> )	Dedicada a frutales (ha <sup>-1</sup> )	Porcentaje (%)
1	Brisas	0,98	0,74	75,5
2	Rafaelito	4,48	3,22	71,8
3	Vila	2,90	1,81	62,4
TOTAL		8,36	5,77	69,01

Se pudo constatar entre los propietarios de los patios, que un 57% del sexo masculino interviene en las atenciones culturales, mientras que las féminas dedicadas a esta

actividad ocupan el 43%. La edad predominante con un 54.1 % es entre 30 y 60 años, mientras que mayores de 60 años ocupa un 45,9 %. No hay presencia de jóvenes incorporados a estas actividades agrícolas. En la Figura 1 se expresa cómo un 65% de los propietarios de los patios y del personal ocupado en las actividades directas posee educación media superior, seguido del 24 % con nivel primario y solo un 11 % es universitario. El autoconsumo constituye el mayor destino de las cosechas con el 86 %, la comercialización le sigue con el 13 %, aunque sin tener definido y seguro los clientes potenciales.

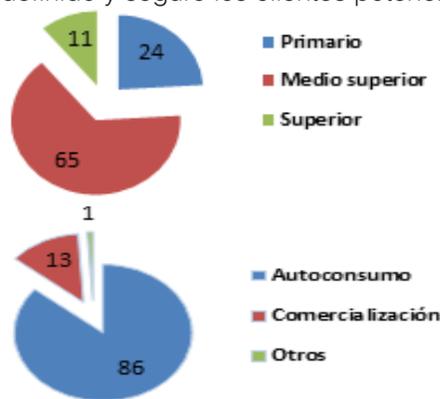


Figura 1. Porcentaje de instrucción de los propietarios y destino de las producciones

En la Tabla 2 se aprecia la caracterización por familias botánicas, especies identificadas y la cantidad de plantas por los consejos Populares. El inventario arrojó 33 familias botánicas y 69 especies con 736, 2479 y 1735 plantas en los Consejos Populares Brisas, Rafaelito y Vila respectivamente.

Tabla 2. Familias y especies encontradas en los Consejos Populares muestreados

Nro	Familia	Especies	Nombre común	Número de plantas		
				Brisas	Rafaelito	Vila
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	1	12	22
		<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	53	115	109
		<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	-	13	8
		<i>Spondias cytherea</i> Sonn.	Ciruela dulce	23	15	15
2	Annonaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	-	21	7
		<i>Annona reticulata</i> L.	Mamón	21	31	44
		<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	17	30	45
		<i>Annona squamosa</i> L.	Atemoya	11	32	32
		<i>Annona glabra</i> L.	Bagá	-	2	-
3	Arecaceae	<i>Annona lutescens</i> Safford	Anón amarillo	-	3	-
		<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	29	32	60
4	Boraginaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> Cham	Coco plumoso	-	4	-
		<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem et Schult	Uva gomosa	-	4	-
5	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> L. Merr.	Piña	44	725	158
		<i>Bromelia pinguin</i> L.	Piña de Ratón	-	45	48
6	Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Nopal	-	6	-

7	Caesalpinaceae	<i>Cassia grandis</i> L. f.	Cañandongo	-	-	5
		<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	2	14	11
		<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo de las Antillas	-	-	8
8	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Fruta bomba	10	36	48
9	Cluseaceae	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey de Santo Domingo	-	-	2
10	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra	2	45	21
11	Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> Matsumura et Nakai.	Melón de agua	-	15	10
12	Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	Kaki	-	1	-
13	Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulí		1	-
14	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> L. Skeels.	Grosella	-	9	6
15	Lauraceae.	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	59	112	95
16	Lecythidaceae	<i>Lecythis zabucajo</i> Aubl.	Nuez de California		2	
17	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé et Moc.	Acerola	4	11	13
		<i>Bunchosia glandulosa</i> (Cav.) Rich.	Ciruela venezolana	-	3	-
18	Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Tamarindo chino	-	-	8
19	Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Mora	-	12	1
		<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Árbol del Pan	-	1	-
		<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam	Jaca	-	-	2
20	Musaceae	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>Musa balbisiana</i> Colla, Grupo AAAB	Plátanos fruta tetraploides híbridos	112	413	390
		<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>Musa balbisiana</i> Colla, Grupo AAB, subgrupo "Silk"	Plátano manzano fruta	53	163	114
21	Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i> L.	Guayaba	39	167	99
		<i>Syzygium malaccense</i> L. Merr.et Perry.	Pomarrosa de malaka	10	26	32
		<i>Syzygium cuminii</i> (L.) Skeels.	Jambolan	7	2	2
		<i>Eugenia uniflora</i> L.	Cerezo de Cayena	-	12	-
22	Oxalidaceae	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Pepinillo	-	18	19
		<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	4	4	3
23	Passifloraceae.	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Maracuyá	-	2	2
24	Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Caña de azúcar	155	164	107
25	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva caleta	-	-	1
26	Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	Granada		1	25
27	Rosáceae	<i>Eriobotrya japónica</i> (Thumb.) J. Lindl.	Níspero del Japón	-	5	-
		<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Melocotón	3	2	3
28	Rubiaceae.	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	-	1	6

29	Rutaceae	Citrus x aurantium L.	Naranja agria	19	31	17
		Citrus x jambhiri Lush.	Limón francés	-	8	14
		Citrus máxima (Burm.) Merr.	Toronja criolla	1	9	16
		Citrus reticulata Blanco.	Mandarina	3	5	6
		Citrus x aurantifolia (Christm.) Swingle	Limón	32	34	40
		Citrus x latifolia (Yu. Tanaka) Tanaka	Lima persa	2	-	-
		Citrus limetta Risso	Lima dulce	-	4	-
		Casimiroa edulis La Llave et Lex.	Sapote blanco	-	1	
30	Sapindaceae	Melicoccus bijugatus Jacq.	Mamoncillo criollo	3	13	23
31	Sapotaceae	Chrysophyllum cainito, L.	Caimito	-	8	7
		Crysophyllum oliviforme L	Caimitillo	-	-	1
		Pouteria Sapota (Jacq.) H. E. Moore et Stern.	Mamey colorado	11	12	9
		Pouteria campechiana (H.B. K.) Baehni.	Canistel	1	5	9
		Manilkara zapota (L.) van Royen.	Níspero	-	10	6
32	Sterculiaceae	Theobroma cacao L.	Cacao	3	2	2
33	Vitaceae	Vitis tiliaefolia H. et B.	Uva cimarrona	-	3	2
		Vitis vinífera L	Uva	2	2	2
TOTAL				736	2479	1735

Las familias botánicas más representadas resultaron Rutaceae con diez especies, Annonaceae, Anacardiaceae y Sapotaceae con cinco cada una. La diversidad intraespecífica en las especies identificadas arrojó el mango con 17, aguacate con 11 y la guayaba con 7.

Mesa et al. (2017b), reportó para el municipio de Cumanayagua 106 especies, pertenecientes a 37 familias botánicas y 72 géneros, localizadas en patios, parcelas y fincas de la agricultura, con las familias más representadas: Rutaceae y Annonaceae, y mayor predominio del mango, guayaba y aguacate, resultados que coinciden con el trabajo.

Con anterioridad, Torres (2018), en un estudio preliminar de la biodiversidad de frutales en las fincas: "La Paloma", la Agroecológica de Fidel Yáñez del Consejo popular Rafaelito y la Agroecológica Integral de frutales del Consejo Popular Vila, encontraron 17, 10 y 16 familias botánicas respectivamente, con 32, 18 y 24 especies de frutales en cada una de ellas. Las especies con mayor predominio fueron mango, aguacate y plátano.

Resultante de la prospección realizada, se ubicaron especies representadas con un solo ejemplar: *Artocarpus altilis* (árbol del pan), *Casimiroa edulis* (sapote blanco), *Crysophyllum oliviforme* L. (Caimitillo), *Muntingia calabura* L (Capulí), *Dyospyros kaki* L. (Kaki) y *Coccoloba uvifera* L. (Uva caleta). La mayor cantidad de ellas en el Consejo Popular Rafelito. Este reporte constituye una

información básica para trazar estrategias de manejo y conservación de las especies comprometidas que permitan un incremento paulatino de las mismas en el municipio, se considera fundamental la diseminación de material reproductivo que puedan intercambiar los propietarios en la comunidad y la ceración de patios de referencia.

Dentro de las especies localizadas en los tres Consejos populares, se pudo comprobar que ninguna de ellas ocupa categoría de amenaza, de acuerdo a la Lista Roja de la Flora de Cuba.

Milian, et al., (2018), realizaron un estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba, donde se cuantificaron 8 143 individuos representados en 14 familias; Rutaceae fue la familia más con 4 especies del género Citrus; sin embargo, las especies pertenecientes a la familia Fabaceae fueron las más dominantes. Estos autores concluyeron que el inventario de la biodiversidad de la finca La Paulina demostró la funcionalidad de este agroecosistema en relación con su entorno.

Gutiérrez, et. al., (2014), al evaluar la biodiversidad de frutales en diferentes unidades de la producción agrícola de la región central de Cuba registraron un total de 47 especies de frutales en las unidades evaluadas, con la mayor dominancia en guayaba (54%), mango (12%) y naranja (10%), con destaque para los municipios de Manicaragua, Fomento y Cumanayagua, favorecidos

por estar ubicados en una zona montañosa con un clima propicio para el desarrollo de frutales. Los autores consideran que los mejores resultados se obtuvieron en las unidades que pertenecían al programa de la Agricultura urbana, suburbana y familiar; esto indica la importancia del trabajo realizado que brinda respuesta a este programa, ya en sitios específicos a nivel municipal; como los Consejos populares.

Pino, (2008), realizaron un estudio de la diversidad en el cultivo de árboles frutales en la comunidad Las Caobas del municipio de Gibara, provincia de Holguín y encontraron tres familias como las de mayor representatividad y adaptación a las condiciones edafoclimáticas imperantes en la comunidad, ellas fueron: Rutaceae (cuatro especies), Annonaceae (tres especies) y Anacardiaceae (tres especies).

En la Tabla 3 se muestran los índices de diversidad alfa en los patios evaluados

Tabla 3. Riqueza de especies e índices de diversidad en los patios evaluados

Nro	Propietario (a) del patio	Consejo Popular	Riqueza de especies (S)	Riqueza (Dmg)	Índice de Simpson	
					Dominancia ( )	Diversidad (1- )
1	José Manuel Pérez Sánchez	Brisas	15	3,77	0,10	0,90
2	Magalis Ojeda Pozo	Brisas	16	4,19	0,11	0,89
3	Estela Hernández Becerra	Brisas	12	3,56	0,10	0,90
4	Diosdado Torriente Borrell	Brisas	14	3,01	0,20	0,80
5	Ana Rosa Medina Águila	Brisas	12	3,17	0,19	0,81
6	Gisela Fernández Martínez	Brisas	10	2,41	0,20	0,80
7	Manuel Sánchez Palmada	Brisas	13	3,53	0,10	0,90
8	Leonor D Yera Ruiz	Brisas	9	2,03	0,21	0,79
9	Ángela González Caballeros	Brisas	15	2,67	0,59	0,41
10	Juana J González	Brisas	12	2,87	0,14	0,86
11	Justa C González Najarro	Brisas	17	3,73	0,09	0,91
12	José Reyes Pérez	Rafaelito	13	2,89	0,21	0,79
13	Berta ÁguilaTrelles	Rafaelito	11	2,91	0,16	0,84
14	Renot Aguilar Toledo	Rafaelito	22	5,03	0,07	0,93
15	LázaroPérez Artilles	Rafaelito	17	3,08	0,27	0,73
16	Adanelis Figueredo González	Rafaelito	18	3,99	0,13	0,87
17	Pablo Olipio Hernández Fleite	Rafaelito	30	5,60	0,04	0,96
18	Isora Morera Ramos.	Rafaelito	16	3,59	0,09	0,91
19	Carmen Blanco Navarro	Rafaelito	19	3,55	0,10	0,90
20	Lázaro Martínez Vilche.	Rafaelito	18	3,65	0,09	0,91
21	Ramón Castañeda Rodríguez	Rafaelito	24	3,92	0,15	0,85
22	Ariel Rodríguez Valdez	Rafaelito	28	4,39	0,24	0,76
23	Juan J Dopico Fernández	Vila	17	4,05	0,08	0,92
24	Luis Meneses Duarte	Vila	12	3,07	0,14	0,86
25	Roberto Rodríguez Trimiño	Vila	14	2,87	0,44	0,56
26	Yoelvis del Pino González	Vila	10	2,55	0,17	0,83
27	Ricardo Pérez Hernández	Vila	10	2,55	0,14	0,86
28	Evaristo Rivas Rodríguez	Vila	14	2,90	0,19	0,81
29	Alberto Bernal Herrera	Vila	17	3,54	0,08	0,92
30	Javier González Moreno	Vila	12	2,46	0,25	0,75
31	Francisco Ramírez Valladares	Vila	27	4,51	0,13	0,87
32	José Ramírez Valladares	Vila	38	5,79	0,15	0,85
33	Teresa Ramírez Valladares	Vila	37	6,51	0,06	0,94

Se aprecia que la mayor cantidad de especies se encuentra en los patios de: José Ramírez Valladares (38), Teresa Ramírez Valladares (37) y Fransisco Ramirez Valladares (27), todos del Consejo Popular Vila, seguidos de Ramón Castañeda Rodríguez (24) y Renot Aguilar Toledo (22) del Consejo popular Rafaelito. Hay un uso etnobotánico presente en estos propietarios con repercusión en sus respectivos lugares de residencia ( herboristeria medicinal,

tradiciones culinarias y religiosas asociadas). Socializar estos saberes populares entre la población favorece el intercambio de material reproductivo de las especies con mayor uso y conlleva a que se incrementen la cantidad de plantas en los lugares de referencia.

La Figura 1 muestra los indicadores de la diversidad alfa por cada Consejo popular .

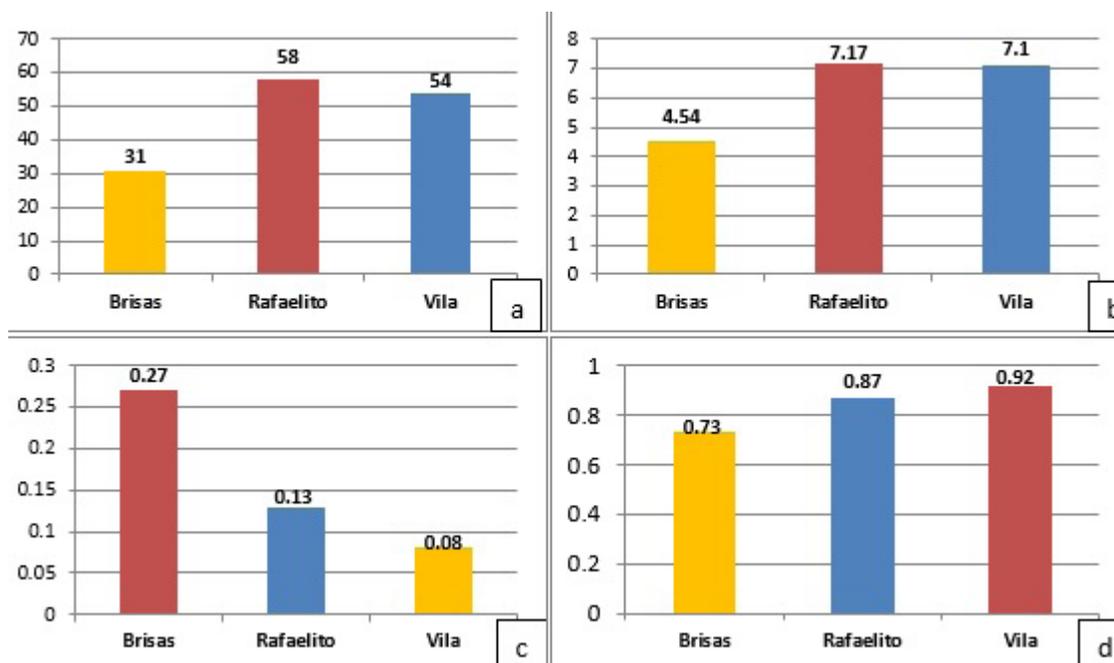


Figura 1. a) Riqueza de especies, b) Índice de Margalef, c) Índice de dominancia de Simpson y d) Diversidad en los Consejos populares.

El análisis de los índices ecológicos expuestos en la Tabla anterior refleja una riqueza de especies (índice de Margaleff) mayor en los Consejos Rafaelito y Vila. Los valores superiores a cinco del índice de Margalef pueden dar una idea de la alta riqueza de especies en los sistemas (López et al. 2017), por su parte Magurran (1988), citado por Blanco (2014), considera valores superiores a 5 como indicador de una diversidad alta en el ecosistema. En Cuba, como en países de clima similar, resulta absolutamente posible producir frutas todo el año, por lo que conocer estos indicadores ecológicos contribuye a desarrollar programas de producción de frutales.

Para el caso de la dominancia, la misma de manera general fue baja en los tres Consejos, sin embargo en los Consejos populares donde hubo mayor riqueza (Rafaelito y Vila) sus valores de dominancia resultaron bajos al Índice de Simpson (0.13 y 0.08) en relación con el consejo Brisas que tuvo menos riqueza y alcanzó una dominancia de 0.27, por lo que se considera que estos dos Consejos resultaron ser diversos y a su vez equitativos en cuanto a la presencia y distribución de las especies de frutales diagnosticadas. La biodiversidad no depende

sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa y la abundancia de cada una de ellas.

La diversidad fue mayor en Vila, seguida de Rafaelito y Brisas, con Índices de Simpson ( $1 - \lambda$ ) de 0.92, 0.87 y 0.73 respectivamente. De acuerdo a los valores alcanzados, la misma se considera alta ( $> 0.60$ ) y se muestra inversamente proporcional a la dominancia ( $\lambda$ ) expresada igualmente en la Figura 1. Para el caso de la dominancia, se aprecia que en los Consejos populares donde hubo mayor riqueza (Rafaelito y Vila) sus valores de dominancia resultaron bajos (0.13 y 0.08) en relación con el consejo Brisas que tuvo menos riqueza y alcanzó dominancia de 0.27; por lo que se afirma que estos dos Consejos resultaron ser diversos y a su vez equitativos en cuanto a la presencia y distribución de las especies de frutales.

## CONCLUSIONES

El balance del área total utilizada de los patios de los tres Consejos populares ubica un 69,01% dedicada a la producción de frutales, con 75,5 %, 71,8 % y 62,4 % en Brisas, Rafaelito y Vila respectivamente. El inventario arrojó 33 familias botánicas y 69 especies. Las familias

botánicas más representadas resultaron Rutaceae con diez especies, Annonaceae, Anacardiaceae y Sapotaceae con cinco cada una. La diversidad intraespecífica en las especies identificadas arrojó el mango con 17, aguacate con 11 y la guayaba con 7.

Se aprecia una mayor riqueza de especies en los Consejos Rafaelito y Vila. La dominancia fue baja en los tres Consejos, sin embargo donde hubo mayor riqueza los valores de dominancia resultaron bajos al Índice de Simpson. Los Consejos Rafaelito y Vila resultaron ser más diversos y a su vez equitativos en cuanto a la presencia y distribución de las especies de frutales diagnosticadas. Existe un número considerable de especies con ejemplares únicos que corren peligro de desaparecer ante factores antrópicos o fenómenos naturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, P. & Strong, M. (2013). Catalogue of seed plants of the West Indies ISSN: 0081- 024X (print); 1938-2812 (online), 1221p.
- Altendorf, S. (2016). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. *Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante*. Recuperado de: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Tropical\\_Fruits/Documents/Tropical\\_Fruits\\_Spanish2017.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf)
- Blanco, D.; Suárez, J.; Funes, F; Boillat, S.; Martín, G. J. & Fonte, Leydi. (2014). Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 37 (3):284-290.
- Gutiérrez, E; Soto, R; Castellanos, L; Concepción, Idia & Osorio, G. (2014). Indicadores de biodiversidad de los frutales de unidades de producción agrícola de la Región Central de Cuba. *Centro Agrícola*. 41 (4):79-85.
- González, L. R., Palmarola, A., Barrios, D., González, L., Testé, E., Bécquer, E.R., Castañeira M.A., Gómez, J.L., García, J.A., Rodríguez, D., Berazaín, R., Regalado, L. & Granado, L. (2016). Estado de conservación de la flora de Cuba. *Bissea 10* (número especial 1): 1-23.
- Hernández, L. (2006). La Agricultura urbana y caracterización de sus Sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, vol. 27, no. 2, p. 13-25.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. (2015) Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Ediciones INCA, Instituto de Suelos. Cuba. 91 p.
- López, R. (2013). Conservación ex situ y conocimiento local de cuatro especies de frutales presentes en la localidad de Mozombo, Municipio de Actopan, Veracruz, México. Tesis en opción del grado de Maestría en Ecología Tropical. Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Xalapa, Veracruz, México, 102p.
- López, J. A.; Aguirre, O. A.; Alanís; Monarrez, J. C.; González M.A. & Jiménez, J. (2017) Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Maderas y Bosques*. 23 (1):39-51. <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/issue/view/226>. [23/01/2017].
- Mesa, J.R., Socarras, Y., Padrón, W., León J. & Ponce, L. (2017a). *Biodiversidad de frutales en la agricultura urbana, suburbana y familiar de la provincia de Cienfuegos*. En: Memorias de la Convención Científica Internacional "CIUM 2017" XII Taller Internacional de Ecología, Recursos Agrosostenibles.
- Mesa, J. R., Socarras, Y., Padrón, W.R., León, J., Soto, R., Ponce, L., ... & Machado, C. (2017b). Biodiversidad de frutales en la agricultura urbana, suburbana y familiar de la provincia de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba. Premio Anual a la Investigación Científica, CITMA, Cienfuegos, Cuba, 2017, 17p.
- Milián, I; Sánchez, S; Wencomo, H; Ramírez, W & Navarro, M. (2018). Estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. *Pastos y Forrajes*, Vol. 41, No. 1, enero-marzo, 50-55.
- Pino, M. (2008). Diversidad agrícola de especies de frutales en el agroecosistema campesino de la Comunidad Las Caobas, Gibara, Holguín. *Cultivos Tropicales*, vol. 29, no. 2, p. 5-10.
- Rodríguez, A. A. & Ramírez, M. M. (2017). *Las Especies de frutales en Cuba*. Agroecológica. La Habana. 216 p.
- Torres, M. (2018). Biodiversidad de frutales en cuatro Consejos populares del municipio de Cumanayagua. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos, 67p.
- Villareal, H.; Alvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & Umaña, A. M. (2006). Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 236 p.
- Vergara, R. (2017) La importancia en el funcionamiento de los agroecosistemas: Caso floricultura. *Metroflor*. <http://www.metroflorcolombia.com/la-importancia-de-la-biodiversidad-en-el-funcionamiento-de-los-agroecosistemas-caso-floricultura/>. (28-09-2017).

**DRENCH: ENRAIZADORES QUÍMICOS Y ORGÁNICOS: EFECTOS DE SUS APLICACIONES A LA MICROBIOTA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE BANANO****DRENCH: CHEMICAL AND ORGANIC ROOTERS: EFFECTS OF THEIR APPLICATIONS TO SOIL MICROBIOTA IN BANANA CROP**

Karen Andrea Bermeo Rodríguez<sup>1</sup>

Email: [kbermeo3@utmachala.edu.ec](mailto:kbermeo3@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3699-1224>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

Email: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

Email: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Julio Enrique Chabla Carillo<sup>1</sup>

E-mail: [jchabla@utmachala.edu.ec](mailto:jchabla@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Bermeo Rodríguez, K. A., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M., Chabla Carillo, J. E. (2022). Drench: Enraizadores químicos y orgánicos: Efectos de sus aplicaciones a la Microbiota del suelo en el Cultivo de Banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 46-58. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

#### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los efectos de las aplicaciones de enraizadores químicos y orgánicos al microbiota del suelo en el cultivo de banana, en la finca "Nueva Era", cantón El Guabo. Se realizó un diseño en bloques completamente al azar, con 25 tratamientos de enraizadores y 1 testigo, la variable a evaluar fue: cantidad de los diferentes géneros o especies de microorganismos benéficos y patógenos en el suelo con respecto a la presencia o ausencia en relación a dos aplicaciones bimensuales en los tratamientos, se tomaron 2 muestreos de suelo, con 3 repeticiones por tratamientos, para la colocación de trampas e identificación por técnicas de microscopía y comparación visual de los microorganismos en el suelo y clasificación por géneros/especies. Para el procesamiento estadístico de los datos, se llevó a cabo un ANOVA de un factor en el programa estadístico SPSS para conocer si existe significancia entre los tratamientos y con el programa Excel se efectuó una comparación entre los muestreos para obtener la cantidad de microorganismos presentes o ausentes por tratamientos. Los resultados indican que el T19 (3 litros de Equilibri + 5 kg de Biochar), aumenta la presencia de 4 microorganismos benéficos destacándose la presencia del género *Trichoderma* spp., controlador biológico de nematodos, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, y evita la presencia de 7 microorganismos patógenos.

**Palabras claves:** microorganismos, enraizadores, suelo, trampas de arroz, banana.

#### ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effects of the applications of chemical and organic rooting agents to the soil microbiota in banana cultivation, in the "Nueva Era" farm, El Guabo canton. A completely randomized block design was carried out, with 25 rooting treatments and 1 control. The variable to be evaluated was: quantity of the different genera or species of beneficial and pathogenic microorganisms in the soil respect to the presence or absence in relation to Two bimonthly applications in the treatments, 2 soil samplings were taken, with 3 repetitions per treatments, for the placement of traps and identification by microscopy techniques and visual comparison of the microorganisms in the soil and classification by genera / species. For the statistical processing of the data, a one-way ANOVA was carried out in the SPSS statistical program to know if there is significance between the treatments and with the Excel program a comparison was made between the samplings to obtain the number of microorganisms present or absent for treatments. The results indicate that T19 (3 liters of Equilibri + 5 kg of Biochar), increases the presence of 4 beneficial microorganisms, highlighting the presence of the genus *Trichoderma* spp., biological controller of nematodes, *Fusarium* and *Rhizoctonia*, and avoids the presence of 7 microorganisms. pathogens.

**Keywords:** microorganisms, rooters, soil, rice trap, banana.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano en el Ecuador es el rubro más importante por ser el principal ingreso económico en el sector agrícola, es conocido mundialmente por sus diversas propiedades nutricionales, además en nuestro país es una fruta económica debido a que existe gran extensión del cultivo. En la provincia de El Oro, representa 42% de fruta producida, ocupando el segundo lugar en el país con mayor producción y calidad, por las condiciones edafoclimáticas y ecológicas adecuadas para el cultivo, logrando ser el principal exportador a nivel mundial. (Yáñez Bustamante et al., 2020).

El suelo es un ente de vida y hábitat de los microorganismos. El uso de microorganismos benéficos (hongos y bacterias) son herramientas básicas implementadas para el desarrollo de una agricultura orgánica para el medio productivo. Los principales microorganismos aplicados se destaca los géneros de *Trichoderma* spp., y *Beauveria* spp., y especies de micorrizas, como el género *Bacillus* spp. [Cohn](#), estos agentes biológicos han probado su eficiencia para el control de plagas mediante varios mecanismos de acción entre los que se destacan el antibiosis, micoparasitismo o competencia (Viera-Arroyo, 2020).

Además, posee un efecto como organismos promotores de crecimiento vegetal, destacando el nivel de biomasa radicular y mejorando la absorción de nutrientes como nitrógeno y calcio, los cuales se encuentran relacionados con la división celular, estructura de las paredes celular, crecimiento de la planta. También en la incidencia en el rendimiento de los cultivos hasta un 20% de incremento de producción. (Viera-Arroyo, 2020).

Los microorganismos patógenos son considerados causantes de varias enfermedades debido al daño que

causa en las diferentes etapas de desarrollo de la planta y provocando aproximadamente el 25% de pérdidas en los cultivos. La implementación de manera tradicional para su control se basa en la aplicación de productos sintéticos, pero el uso de los mismos ha ocasionado problemas en la salud humana, animal y medio ambiental, también genera resistencia en los patógenos. (Hernández Montiel et al., 2018).

Los enraizadores aportan al crecimiento y formación apropiada de las raíces contribuyendo al desarrollo de la planta, siendo fundamental debido a que se logra con un mayor número de raíces aprovechar de una manera más eficiente los nutrientes disponibles en el suelo, obteniendo una planta con mayor vigor y productividad.

El objetivo del estudio fue determinar los efectos de las aplicaciones de enraizadores químicos y orgánicos al microbiota del suelo en el cultivo de banano, cantón El Guabo, parroquia La Iberia. La colecta de microorganismos se realizó con trampas de arroz, para proceder a la identificación de hongos benéficos y patógenos, finalmente medir la eficacia de los 25 tratamientos enraizadores y 1 testigo participantes en el estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Finca “Nueva Era”, ubicada en la provincia de El Oro, cantón El Guabo, parroquia La Iberia, con coordenadas geográficas: latitud 3°14'39.08”S y longitud 79°53'44.97”O, una superficie total de 8,54 ha, según los registros del INAHMI posee una temperatura promedio de 25°C, un clima tropical húmedo con precipitaciones medias anuales de 2000 mm en épocas lluviosas (Figura 1).

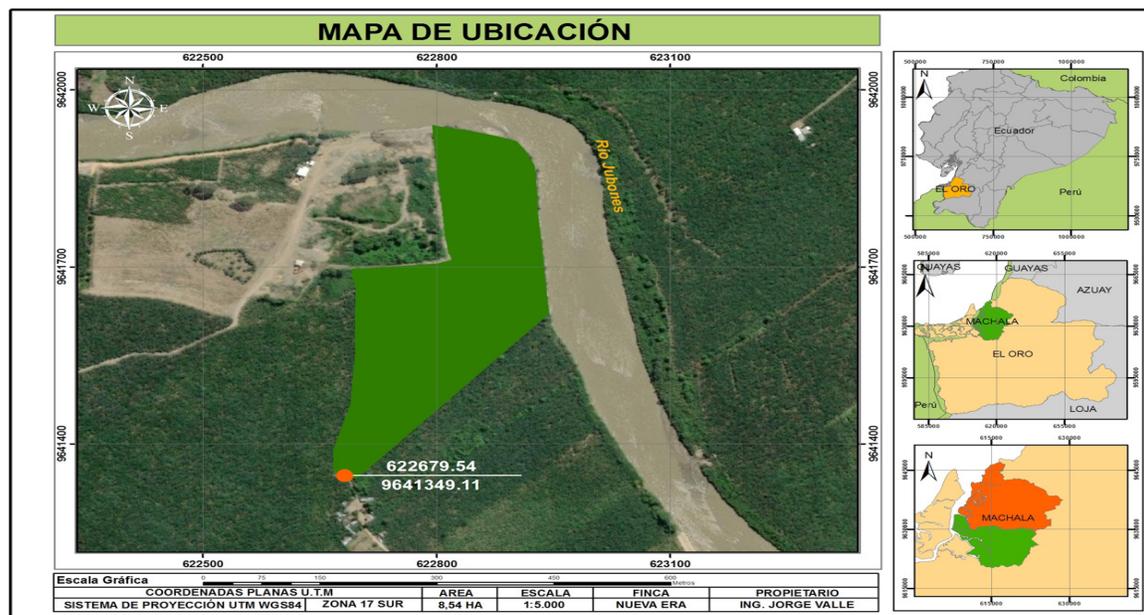


Figura 1. Ubicación del área de estudio

En la Figura 2, se muestra el mapa de la taxonomía del suelo, donde ubicamos el área de estudio, el orden de este suelo es Entisol. Según el mapa de taxonomía de suelos del Atlas de la Provincia de El Oro. (Villaseñor et al., 2015).

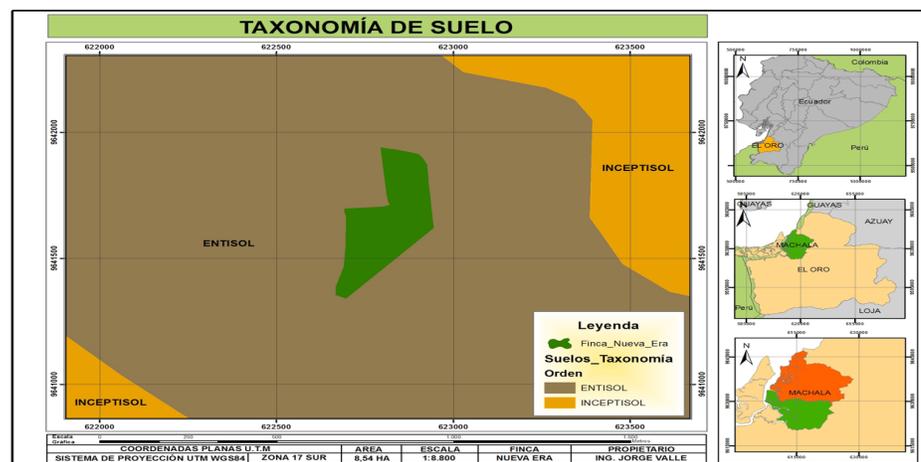


Figura 2. Taxonomía de suelo del área de estudio

**Tratamientos**, se establecieron 25 tratamientos de enraizadores con diferentes combinaciones y dosis y 1 testigo, detallados en la Tabla 1, el área asignada fue de 7,8 ha del cultivo establecido de banano.

Tabla 1. Tratamientos: combinaciones y dosis

Tratamientos	Combinaciones y dosis
T1	3 litros de Eutro
T2	2 litros de Eutro + 1 litro de Sinergy + 5 kg de Biochar
T3	2 litros de Eutro + 1 litro de Sinergy + 1 kg de Power húmico
T4	2 litros de Eutro + 1 litro de Sinergy + 1 kg de Activo-80
T5	3 litros de Sinergy
T6	4 litros de BIO + 1 kg de Brumi
T7	4 litros de BIO+ 5 kg de Biochar
T8	4 litros de BIO+ 1 kg de Power húmico
T9	4 litros de BIO + 1 kg de Activo
T10	2 litros de Aminolant-Ca + 1 litro de Aminolant-Zn
T11	2 litros de Aminolant-Ca+ 1 litro de Aminolant-Zn+ 5 kg de Biochar
T12	2 litros de Aminolant-Ca + 1 litro de Aminolant-Zn + 1 kg de Power húmico
T13	2 litros de Aminolant-Ca+ 1 litro de Aminolant-Zn + 1 kg de Activo-80
T14	2 litros de Terra-Foliar + 1 litro de Aminolant-Ca
T15	2 litros de Terra-Foliar + 1 litro de Aminolant-Ca + 5kg de Biochar
T16	2 litros de Terra-Foliar + 1 litro de Aminolant-Ca + 1kg de Power húmico
T17	2 litros de Terra-Foliar + 1 litro de Aminolant-Ca + 1 kg de Activo-80
T18	3 litros de Equilibri
T19	3 litros de Equilibri + 5 kg de Biochar
T20	3 litros de Equilibri + 1 kg de Power húmico
T21	3 litros de Equilibri + 1 kg Activo-80
T22	2 kg de Raizo + 0.5 litros de Biozyme-TF + 1kg de Carbox
T23	2 litros de Rot-Mos+1 litro de Activo-80
T24	2 litros de Equilibri +1 litro de Aminolant-Ca +1 litro de Aminolant- Zn
T25	2 litros de Equilibri +1 litro de Aminolant-Ca +1 litro de Aminolant- Zn + 5 kg de Biochar
T26	Testigo



**Diseño experimental**, los 25 tratamientos de enraizados y 1 testigo fueron ubicados en bloques completamente al azar (Figura 3), se evaluaron 2 muestreos de suelo de las aplicaciones bimensuales de los enraizadores, con 3 repeticiones por tratamiento, obteniendo un total de 156

muestras. El T26 (testigo) permitió evaluar los efectos de las aplicaciones de enraizadores orgánicos y químicos al microbiota del suelo y obtener el tratamiento más óptimo para el crecimiento de los microorganismos benéficos.



Figura 3. Diseño experimental de los tratamientos

Las actividades desarrolladas en el estudio fueron las siguientes:

**Recolección de microorganismos** mediante muestras de suelo, se retiró el material vegetal presente en el suelo, se tomaron las muestras con un palín en un perfil de 25 cm superficial en la banda de fertilización de la planta de banano, finalmente fueron depositadas en recipientes plásticos para evitar dañar el prisma del suelo y etiquetadas para su respectivo procesamiento en laboratorio.

Colocación y obtención de microorganismos a través de trampas de arroz, colocar arroz cocinado en cada vaso para sellarlo con gasas quirúrgicas, se empleó 3 trampas

de arroz en cada muestra de suelo dando un total de 468 trampas de los dos muestreos. El tiempo transcurrido para que en el arroz se observen las diferentes colonias de hongos, identificadas por colores es de 6-7 días, procediendo a extraer las trampas para iniciar con la identificación de los microorganismos presentes en cada muestra. (Figura 4 a, b, c)



Figura 4. a) Llenado de trampas con arroz; b) Colocación de trampas de arroz en las muestras de suelo; c) Obtención de los granos de arroz con los diferentes colores.

**Observación de microorganismos**, inicia con la selección de granos de arroz que tenga color totalmente puro sin afectación, con el uso de una pinza disección curva punta fina, sostener el grano de arroz y con cinta adhesiva tocar la parte donde se visualice el color para obtener la muestra, es fundamental desinfectar la pinza con alcohol y pasarla por el mechero.

En el microscopio con un lente de 40x, observar las muestras y capturar las imágenes con una cámara microscópica MD500, resolución de 5.0MP mediante el Software AmScope. En algunas muestras es necesario colocar unas gotas de azul de lactofenol en el portaobjeto para una mayor visualización.

**Identificación de microorganismos**, de forma macroscópicamente se visualizó el color de los granos de arroz y microscópicamente se consideró la forma, color, estructura constituida por los conidios (esporas), esporangios, micelios e hifas (Cepero de Garcia et al., 2012).

Para la identificación taxonómica a nivel de género y/o especie, utilizando para ello diversas claves taxonómicas como "CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria" perteneciente a la Commonwealth Micological Institute, "Entomopathogenic Fungal Identification" escrita por Richard Humber, "Biología de los hongos", y artículos científicos especializados en la descripción de hongos.

**Variable**, cantidad de los diferentes géneros o especies de microorganismos benéficos y patógenos en el suelo con respecto a la presencia o ausencia en relación a dos aplicaciones bimensuales en los tratamientos.

**Análisis Estadístico**, para el análisis de datos se realizó un ANOVA de un factor para determinar la existencia de

diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de estudio mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics.

Con el uso del software Excel, se realizó una comparación entre el muestreo 1 y 2 para obtener la cantidad de microorganismos presentes o ausentes en cada tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se indica en la Figura 5, la comparación con respecto a la presencia o ausencia de la población de microorganismos patógenos en los 2 muestreos realizados. El tratamiento 19 (3 litros de Equilibri+ 5 kg de Biochar) que posee el mejor resultado en la ausencia de la población de 7 hongos patógenos, debido al ingrediente activo de Equilibri son aminoácidos que contienen fenilalanina ayuda a prevenir patógenos de igual forma el biochar posee etileno y entre otros compuestos resultado de la pirólisis que le atribuye propiedades antimicrobianas y nematocidas en el suelo (González-Marquetti et al., 2021).

Lo contrario se obtuvo con el tratamiento 12 (2 litros de Aminolant-Ca + 1 litro de Aminolant-Zn + 1 kg de Power húmico), posee mayor presencia de 7 patógenos en su población, el tratamiento 9 (4 litros de BIO + 1 kg de Activo) también tiene el mismo aumento mencionado en el T12. El tratamiento 14 (2 litros de Terra-Foliar + 1 litro de Aminolant-Ca) obtuvo una población superior con un valor total de 10 patógenos.

El tratamiento 26 (testigo), la presencia de patógenos con una cantidad de 2, indicando que la mayoría de enraizadores inciden en el crecimiento consecuencia que posee un pH ácido generando un suelo adecuado para el hábitat de los mismos.

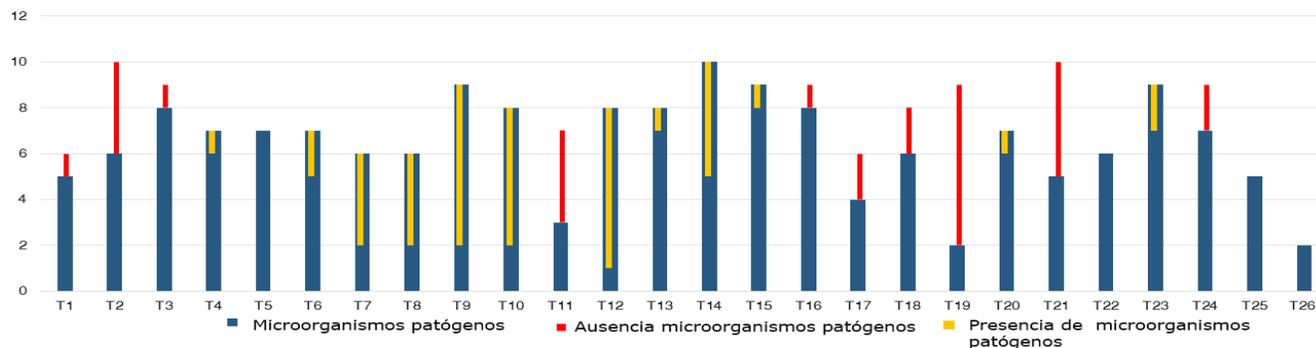


Figura 5. Efectos de los resultados de las aplicaciones de enraizadores con respecto a la ausencia o presencia de microorganismos patógenos

En la Figura 6, se indica la comparación de la cantidad presentes o ausentes de los microorganismos benéficos en los tratamientos, obteniendo como el mejor tratamiento el 19 con mayor presencia de 4 benéficos, en la composición del tratamiento posee 3 litros de Equilibri + 5 kg de Biochar, adquiere una presencia significativa con un valor total de 7 microorganismos, verificando lo que manifiesta García Batista et al., (2020) que el biocarbón tiene funciones de elevar el contenido de materia orgánica, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, para un crecimiento mayor de hongos como *Trichoderma*, *Beauveria Bassiana* y *Bacillus*.

El testigo (T 26), mantiene la misma cantidad de presencia de hongos con 7 benéficos, debido que posee un buen drenaje, aireación y el pH del suelo no varió por la aplicación de enraizadores conservando un medio adecuado para el desarrollo de ellos. Lo contrario ocurrió con los tratamientos 12,9 y 14 generan ausencia con un valor de 6 hongos benéficos, el T23 (2 litros de Rot-Mos+ 1 litro de Activo-80) no se evidenció la presencia de dichos microorganismos.

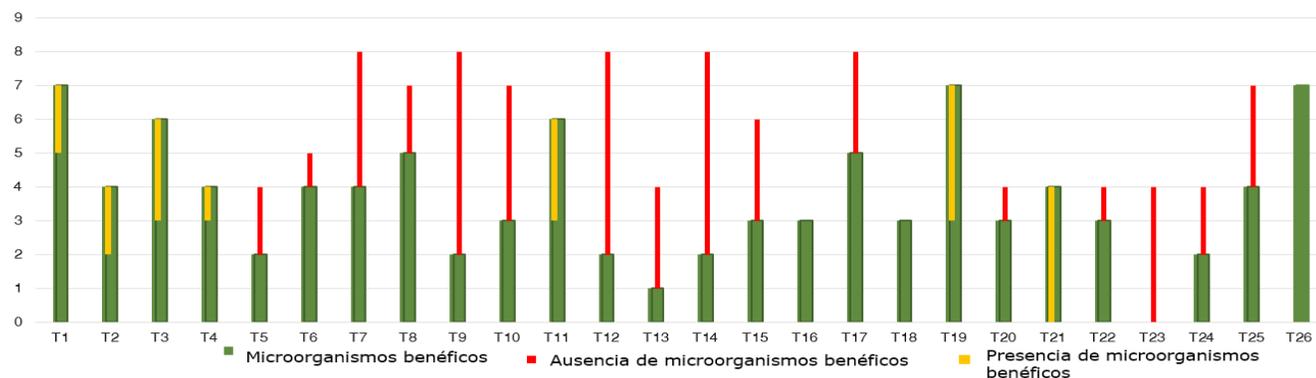


Figura 6. Efectos de los resultados de las aplicaciones de enraizadores con respecto a la ausencia o presencia de microorganismos benéficos

El análisis de los resultados nos muestran que para determinar el nivel de significancia entre los tratamientos mediante ANOVA, resultados se aprecia en la tabla 2, observando que existe significancia en *Chaetomium* spp., debido que estuvo en menor presencia en los tratamientos evaluados con un valor de 0.028, el desarrollo del género se encuentra principalmente en cultivos de madera en mayor porcentaje; sin embargo, la presencia de ellos

en mayores poblaciones provocan pudrición en el fruto, derivado que *Chaetomium* spp. basa su alimentación en materiales con celulosa, coincidiendo con resultados obtenidos por (Romero Velazquez et al., 2015).

Las variables restantes no muestran diferencia significativa, sus valores son mayores a 0.05 según el análisis estadístico.

Tabla 2. Anova para determinar la significancia entre variables

ANOVA									
Variable	Beauveria bassiana	Trichoderma spp.	Bacillus spp.	Aspergillus spp.	Cladosporium spp.	Chaetomium spp.	Fusarium spp.	Penicillium spp.	Rhizopus spp.
Sig.	.256	.677	.499	.866	.801	.028	.874	.798	.788

La Figura 7, nos muestra que el tratamiento 23 (2 litros de Rot-Mos+ 1 litro de Activo-80) genera una media significativa de 4.5 individuos a diferencia de los otros tratamientos que no presentan *Chaetomium* spp. Kunze, o se mantienen en un rango menor, el T23 posee pH óptimo para el desarrollo del género de 7.1 a 10.4 debido que los dos enraizadores son alcalinos, aunque también crece en pH de 3.51, pero en mínimas cantidades, coincidiendo con (Fogle et al., 2008).

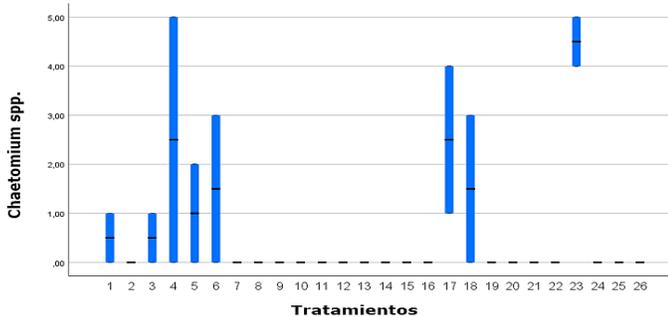


Figura 7. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Chaetomium* spp.

El valor de las medias de T11 y T25 obtuvieron los mejores resultados con una mayor cantidad de *Beauveria bassiana*, valores máximos: 6 y 7.5 (Figura 8), destacando que en ambos en su composición poseen biochar. De acuerdo a González-Marquetti et al., (2021) las partículas del biochar constituido por nutrientes e iones adsorbidos sobre su superficie, nutren a los microorganismos benéficos (*Beauveria bassiana*) del suelo y estimulan su crecimiento, obteniendo un suelo con mayores propiedades nutritivas.

La presencia de *Beauveria bassiana*, en los tratamientos, es importante para controlar biológicamente el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano. Este género parasita a varias especies de insectos, a través de sus esporas que germinan y penetran la cutícula del insecto, produciendo hifas que se extienden por la estructura interna del insecto y provocando su muerte (Gonz et al., 2009).

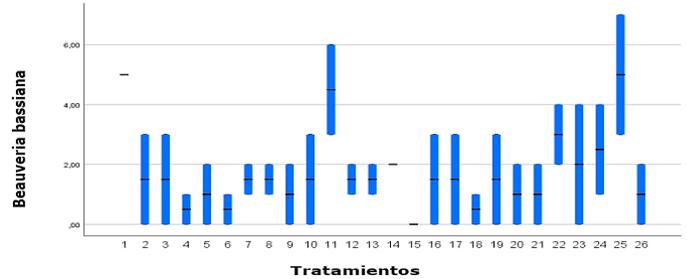


Figura 8. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Beauveria bassiana*.

En la Figura 9, se observa que el tratamiento 26 logra el mejor resultado respecto a la media y los valores mínimos de 5 y máximo de 7 de la cantidad del género, presente en el suelo, la aplicación de enraizadores, influye en menor escala la proliferación de *Trichoderma* spp. El Tratamiento 11 y 23 no presenta *Trichoderma* spp. debido que ambos poseen suelo arcilloso, destacando que el desarrollo del género se incrementa con la humedad, con un óptimo del 60% de la capacidad de retención de humedad del suelo, en porcentajes con mayor saturación, la colonización y sobrevivencia se reduce por la baja disponibilidad de oxígeno (Martínez et al., 2013).

Según menciona Martínez et al., (2013), la cantidad de *Trichoderma* spp., presente en suelo incrementa la desactivación de enzimas de patógenos: *Fusarium*, *Rhizoctonia* y nematodos, también desempeña su acción como antagonista y colonizador de las raíces, incrementando el crecimiento de raíces que permite tolerar el estrés de las plantas, solubilizar y absorber nutrientes inorgánicos y estimular el desarrollo vegetal.

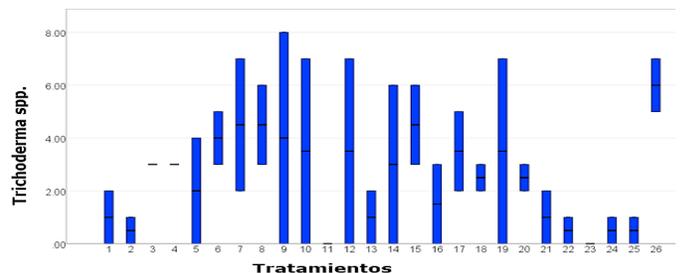


Figura 9. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Trichoderma* spp.

En la Figura 10, se observa que el T2 (2 litros de Eutro + 1 litro de Sinergy + 5 kg de Biochar) es el único que posee *Bacillus* spp., con una media de 1 y valores mínimos del género de 0 y máximo 2, el contenido de Biochar en su combinación aporta al desarrollo de bacterias promotoras como lo indican los autores González-Marquetti et al., (2021), la aplicación de biochar mejora las interacciones con los microorganismos, las partículas del mismo contienen nutrientes e iones adsorbidos, ayudando a la nutrición de los hongos y bacterias (*Bacillus* spp.) y estimulando a su crecimiento.

Cabe destacar que colonización de *Bacillus* spp. en el sistema radicular de la planta evita el desarrollo agente causantes de enfermedades fúngicas. Posee también la capacidad de fijar nitrógeno y solubilizar fosfatos, obteniendo un efecto positivo en el desarrollo vegetal y en el incremento del potencial productivo (Corrales et al., 2017).

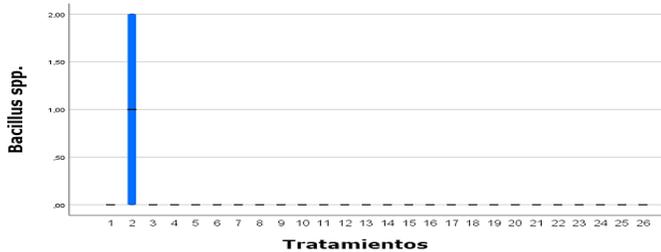


Figura 10. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Bacillus* spp.

La Figura 11 muestra los tratamientos con mayor cantidad de *Aspergillus* spp., con una media de 1.00 son el T1, T3 y T23, el resto de tratamiento especialmente los que en su composición posee biochar no presentan o se encuentran en menor cantidad, logrando un efecto positivo para el control del patógeno, concordando con los autores González-Marquetti et al., (2021), que mencionan la capacidad que tiene biochar para la absorción moléculas orgánicas de pequeño y gran tamaño, hasta sustancias químicas presentes en los exudados de la raíz, obteniendo el cambio químico de la rizosfera y modificando la estructura de la comunidad, logrando reducir el desarrollo de patógenos (*Aspergillus* spp).

Es importante realizar un control biológico mediante *Bacillus* o *Trichoderma*, debido que *Aspergillus* ssp., tiene la capacidad de producir aflatoxinas que, al momento de contaminar el fruto, los efectos varían desde los cancerígenos, mutaciones hasta producir desórdenes hormonales, perjudicando al consumidor. Cabe indicar que persiste a la digestión, cocción y congelamiento una vez contaminado el producto (Yuef et al., 2013)almacenaje, transporte y procesamiento para el consumo humano o animal. El grano de maíz posee una microbiota particular de bacterias, insectos y hongos que pueden causarle daños. Entre ellos, el género fúngico *Aspergillus* y, de éste, las especies *A. flavus* y *A. parasiticus* son las más importantes porque producen aflatoxinas que provocan

gran variedad de efectos tóxicos en seres vivos expuestos al grano contaminado. Actualmente, las regulaciones mexicanas establecen límites permisibles sólo para aflatoxinas en cereales y sus productos, excluyendo otras micotoxinas. Las condiciones de producción de maíz en climas tropicales y subtropicales, particularmente en el noreste de México, favorecen las infecciones por hongos toxígenos. Por ello, es necesario la identificación e implementación de estrategias que reduzcan la contaminación en el grano. Entre ellas, destacan el uso de híbridos de maíz con resistencia a sequía, plagas, enfermedades y altos rendimientos de grano (H-436, 437, 439, 443A).

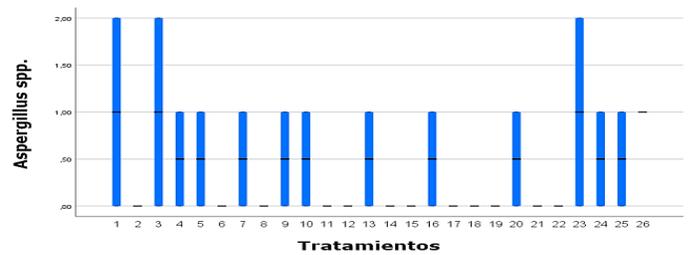


Figura 11. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Aspergillus* spp.

En la Figura 12, se evidencia que el T26 (testigo) no presenta *Cladosporium* spp. Link, de igual forma el T10, T17 y T18, mientras que el resto de tratamientos presentan medias desde 1 hasta 5 del patógeno, los autores Pacasa-Quisbert et al., (2017), mencionan que el presente género pertenece a los hongos filamentosos, toleran pH ligeramente ácidos o alcalinos con valores hasta 9, las propiedades físicas y químicas del suelo son factores que influyen en la presencia de dicho género, por ende se encuentra en la mayoría de los tratamientos por su adaptabilidad a las diversas condiciones que presenta el suelo,

*Cladosporium* spp., pertenece a los hongos que afectan a la superficie cortada de la corona del banano, inicia con el ablandamiento del tejido donde se realizó el corte de la corona para avanzar al pedúnculo de la fruta, provocando pérdidas económicas a los productores, no existe variedades resistentes a dicho problema fitosanitario.

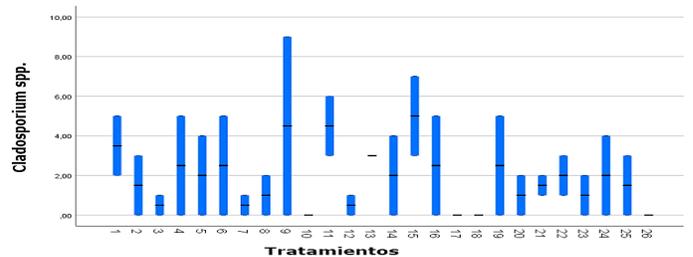


Figura 12. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Cladosporium* spp.

En la Figura 13, se indica que los tratamientos que en su composición contienen biochar, posee un índice de presencia bajo de *Fusarium* spp. Link ex Grey, con excepción del T2, tiene una media de 1.50 y valores máximos de 3.00, el producto enraizador controla el género

patógeno, como mencionan González-Marquetti et al., (2021) que el biochar elimina a *Fusarium* spp., efecto que produce variaciones en la composición de los exudados de la raíz de las plantas, causando una reducción significativa de crecimiento de los micelios obteniendo la erradicación del hongo, también inicia una simbiosis con los microorganismos benéficos.

El género *Fusarium* spp., es considerado como microorganismo de campo debido a las distintas afectaciones

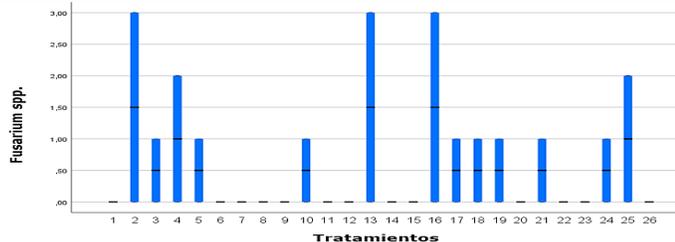


Figura 13. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Fusarium* spp.

El tratamiento que posee mayor cantidad de *Penicillium* spp. Link, es el T18 (3 litros de Equilibri) con una media de 2.5 y un máximo de 5.00 con respecto a la presencia del patógeno (Figura 14), posee un pH de 7.5 generando un ambiente adecuado para la proliferación del hongo, de acuerdo a los autores Koul & Singh, (2017), el género se adapta principalmente en suelos neutros a ligeramente alcalinos, el daño que ocasiona conjunto otros microorganismos como *Fusarium roseum*, *Colletotrichum musae*, es la afectación de corona debajo de los cuellos de los dedos provocando su caída.

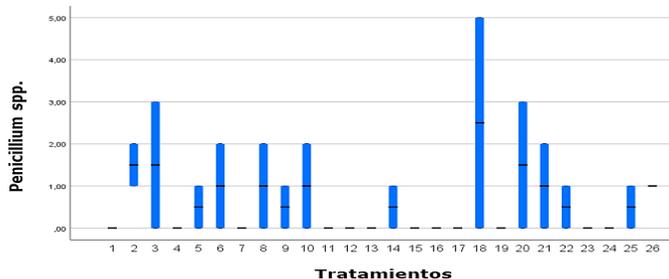


Figura 14. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Penicillium* spp.

Como se observa en la Figura 15, los T4, T9 y T26 no muestran presencia de *Rhizopus* spp, los dos primeros mencionados en su composición poseen Activo-80, un enraizador que contiene principalmente el 98% ácido húmico y con un pH del 9.7, confirmando lo que mencionan Cepero de Garcia et al., (2012), algunos hongos filamentosos no resisten pH muy elevados, disminuyendo la presencia de ellos en el suelo. *Rhizopus* spp, causa afectaciones en la corona de banano dando una tonalidad negruzca avanzando hasta los dedos del fruto.

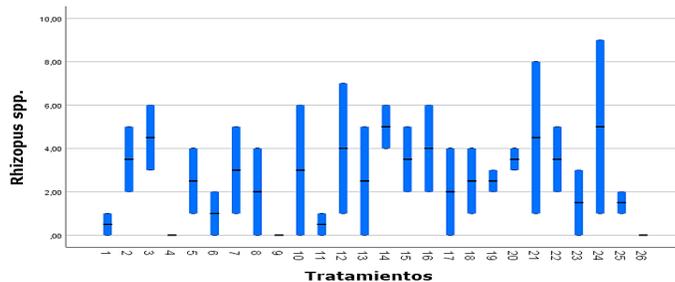


Figura 15. Medias y cuartiles de los tratamientos para la variable de *Rhizopus* spp.

En la Figura 16, se observa microscópicamente los géneros patógenos identificados en los diferentes tratamientos, resaltando en menor presencia *Chaetomium* spp., (Figura 16e), las características macroscópicas son algodonosa inicialmente de color blanco, se torna en grisáceo, verde olivo hasta pardo, microscópicamente presenta ascoporas limoniformes o globosas e hifas peridiales ondulados, espiralados y/o rectos (Regio-iraq, 2010).

La Figura 16a se observa los macroconidios de *Fusarium* spp. en forma de media luna de uno a cinco septos, los microconidios de forma elíptica y oval, comúnmente no posee septos, macroscópica el pigmento es rosado a rojizo en ocasiones violeta, como manifiestan los autores López & Castaño, (2019) en su investigación.

*Penicillium* spp., presenta una coloración macroscópica azul verdoso, verde oscuro, amarillo verdoso, de manera algodonosa, constituido por conidios esféricos (Figura 16b) junto a los conidióforos que forman el pincel característicos del género (Humber, 2005).

Otro hongo presente en la identificación es *Aspergillus* spp, sus conidios usualmente tienen estructura globosa y esférica, con una coloración oscura (Figura 16c), la base del conidióforo en forma de "T" invertida, macroscópico se visualizó los colores amarillo pálido y verdoso.

*Rhizopus* spp., se observó la presencia de colonias algodonosas de color blanco con puntuaciones negras para convertirse después de 3 días, de color negro en su totalidad, es un género de crecimiento rápido en las trampas, como se observa en la Figura 16d constituida por esporangios esféricos negros y esporangióforos sin ramificaciones del mismo color (Cepero de Garcia et al., 2012).

Finalmente, el hongo *Cladosporium* spp., caracterizado por su coloración verde oliva, gris verdoso o marrón oscuro. En la Figura 16f-g se muestra las hifas finas, septadas, ramificadas con conidios fusiformes, cilíndricos agrupados en cadenas o racimos, afirmando lo descrito por (Humber, 2005).

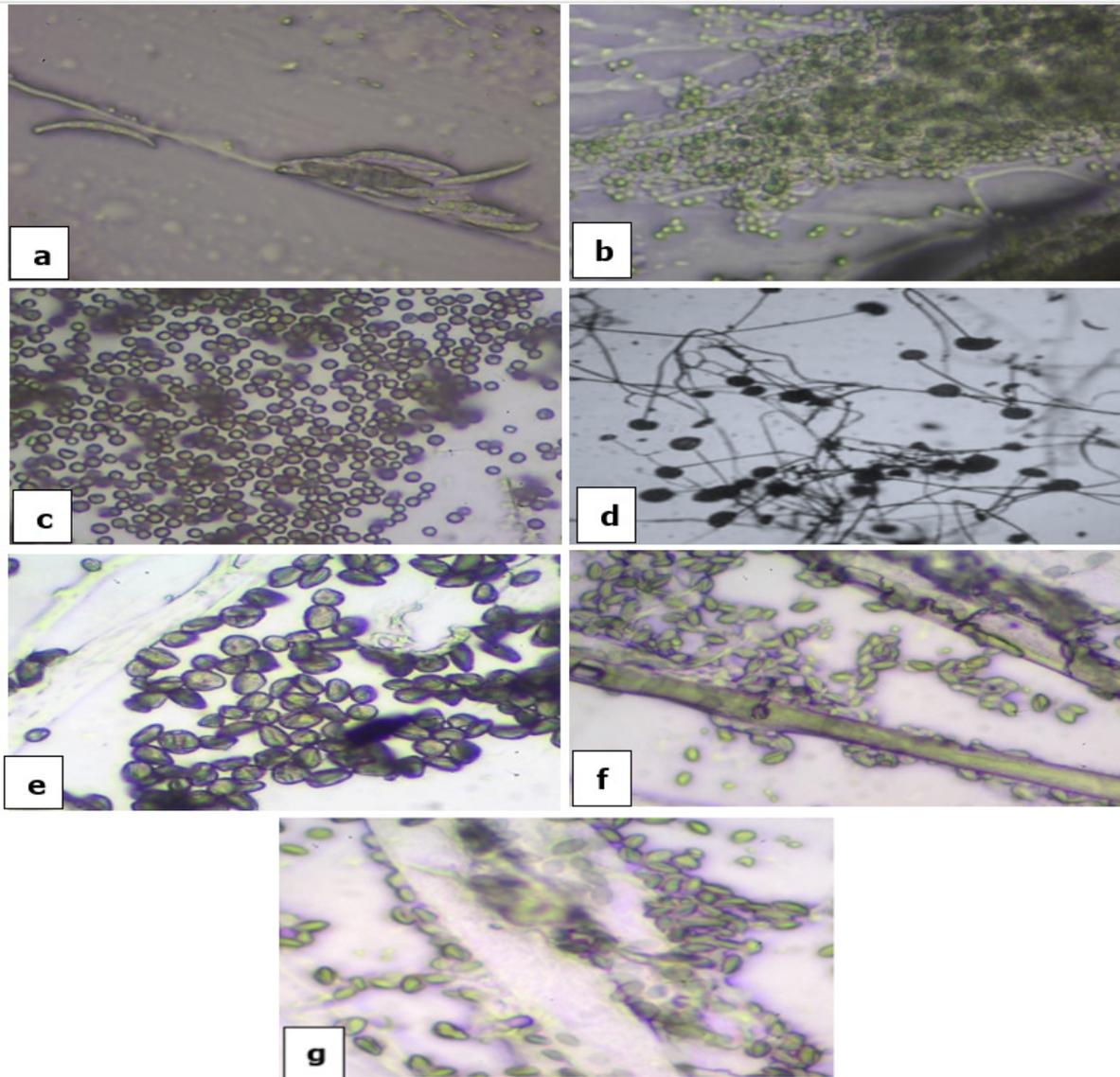


Figura 16. Microorganismos patógenos observados microscópicamente con un lente de 40x; a) Macroconidios y microconidios de *Fusarium* spp.; b) Conidios de *Penicillium* spp.; c) Conidios de *Aspergillus* spp.; d) *Rhizopus* spp.; e) Ascosporas de *Chaetomium* spp.; f-g) Conidios e hifas de *Cladosporium* spp.

En la Figura 17, se observa microscópicamente los géneros benéficos: la especie *Beauveria bassiana*, macroscópicamente posee un color blanco algodónoso que se torna en amarillento pálido en las trampas. En la Figura 17a, las esporas esféricas ligeramente ovaladas con hifas septadas que forma el conidióforo simple en pocas ocasiones pueden ser agrupados, se muestra un conidióforo completo (Figura 17b), como lo manifiesta los autores (Cepero de Garcia et al., 2012).

Según García-Núñez et al., (2017), *Trichoderma* spp., se observa de forma macroscópica: verde, olivo y amarillo verdoso, presenta conidios ligeramente ovoides, esféricos que forman racimos globosos o fiálides solitarios en los extremos de los conidióforos (Figura 17c y d), estos pueden ser o no ramificados. Utilizado para controlar

fitopatógenos debido a su capacidad de reproducción y sobrevivir a condiciones ambientales desfavorables, eficiente para promover el crecimiento en las plantas.

La bacteria *Bacillus* spp., se caracteriza por su forma bacilar (Figura 17e), posee endosporas que crean cadenas sin presencia de flagelos (Figuran 17f) resistentes a condiciones extremas, con un color macroscópicamente blanco que suele tornarse crema, utilizado como un eficiente controlador biológico en la agricultura de especies como *Fusarium* spp, *Verticillium* spp, *Phytophthora* spp, entre otros (Cepero de Garcia et al., 2012).

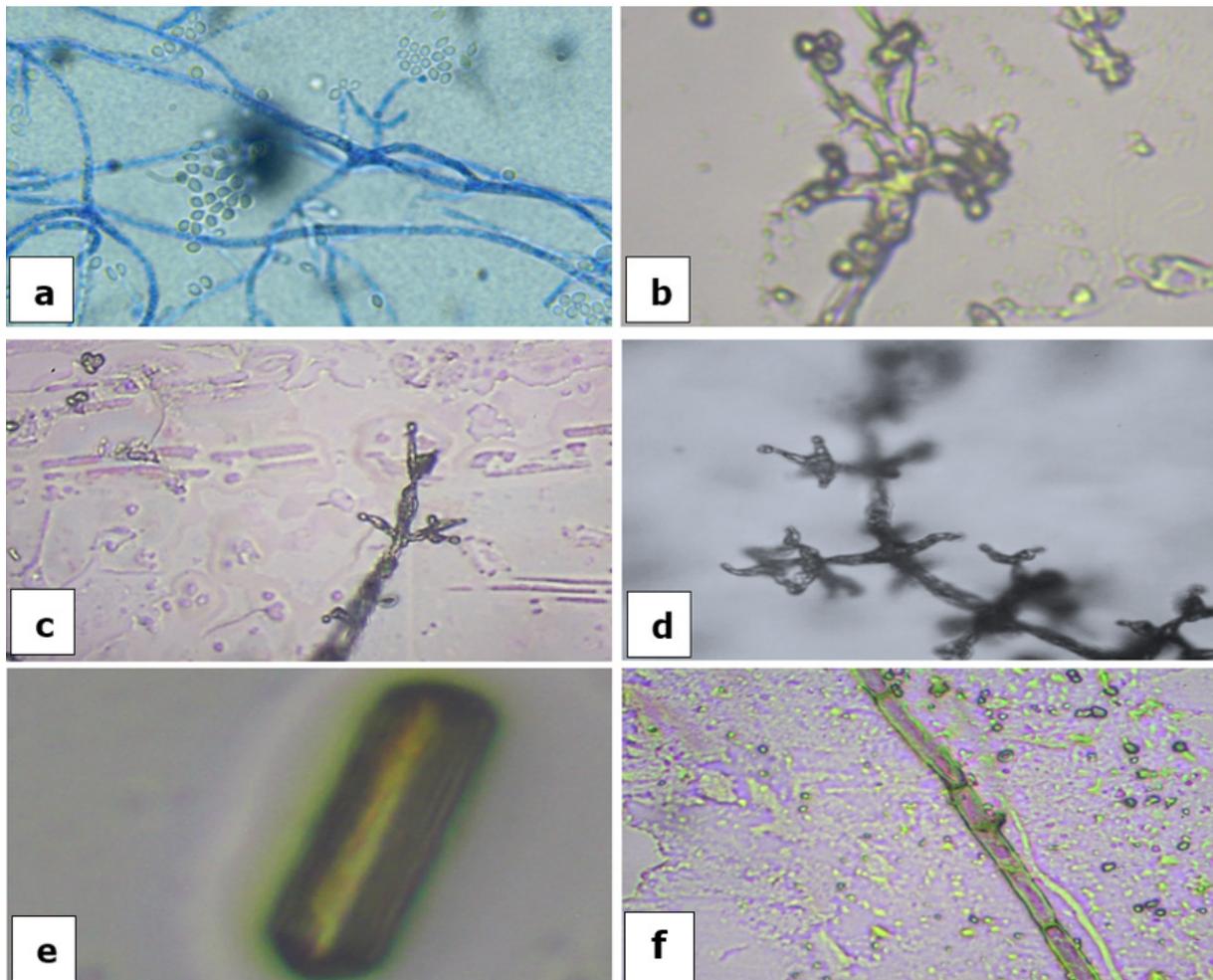


Figura 17. Microorganismos benéficos observados microscópicamente con un lente de 40x.; a-b) *Beauveria bassiana*; c-d) *Trichoderma* spp.; e-f) *Bacillus* spp.

## CONCLUSIONES

El mejor resultado de los tratamientos de enraizadores químicos y orgánicos, con un efecto positivo es el T19 (3 litros de Equilibri + 5 kg de Biochar), posee una ausencia de 7 patógenos y aumenta la cantidad de presencia de 4 microorganismos benéficos, destacándose el género *Trichoderma* spp., un controlador biológico de nematodos, *Fusarium* y *Rhizoctonia*. En su composición, *Equilibri* contiene fenilalanina sustancia que previene a los patógenos y el uso de Biochar actúa con sus propiedades antimicrobianas y nematicidas, logrando una combinación eficiente que contribuye a mantener un microbiota con hongos benéficos y suelos con mejor retención de nutrientes, agua, estructura y aireación.

El testigo (T26) se destacó por mantener la cantidad de 7 microorganismos benéficos y con un valor bajo de 2 microorganismos patógenos, debido a que el suelo del T26 se caracteriza por un tener un buen drenaje, aireación y principalmente el pH no fue alterado por ningún enraizador, conservando un hábitat adecuado para el desarrollo de hongos benéficos. El tratamiento 14, obtuvo un efecto

negativo en el microbiota del suelo, obteniendo el mayor valor con 10 patógenos, de igual forma el tratamiento 12 y 9 aumenta la presencia con 7 patógenos en su población.

Los 25 tratamientos de enraizadores químicos y orgánicos junto al testigo se identificaron 9 géneros: *Chaetomium* spp, *Bacillus* spp, *Trichoderma* spp, *Beauveria bassiana*, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Cladosporium* spp, *Fusarium* spp, *Rhizopus* spp. El género *Chaetomium* spp, presentó significancia con valor de 0.028 debido que se encontró en menor presencia en solo 8 tratamientos, dicho patógeno en mayores poblaciones causa pudrición al fruto, es primordial realizar un control para evitar la proliferación en el suelo.

El tratamiento 2 (2 litros de Eutro + 1 litro de Sinergy + 5 kg de Biochar), se caracterizó por ser el único en presentar *Bacillus* spp. La aplicación de biochar aporta al desarrollo de bacterias promotoras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cepero de García, M. C., Restrepo Restrepo, S., ranco Molano, A. E., Carenas Toquica, M., & Vargas, Estupiñan, N. (2012). Biología de hongos. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, M., Ramos, S., & Rodríguez, J. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 45–65. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702017000100046](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702017000100046)
- Fogle, M. R., Douglas, D. R., Jumper, C. A., & Straus, D. C. (2008). Growth and mycotoxin production by *Chaetomium globosum* is favored in a neutral pH. *International Journal of Molecular Sciences*, 9(12), 2357–2365. <https://doi.org/10.3390/ijms9122357>
- García-Núñez, H. G., Martínez-Campos, Á. R., Hermosa-Prieto, M. R., Monte-Vázquez, E., Aguilar-Ortigoza, C. J., & González-Esquivel, C. E. (2017). Caracterización morfológica y molecular de cepas nativas de *Trichoderma* y su potencial de biocontrol sobre *Phytophthora infestans*. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 35(1), 58–79. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1605-4>
- García Batista, R. M., Quevedo Guerrero, J. N., & Socorro Castro, A. R. (2020). Prácticas para el aprovechamiento de residuos sólidos en plantaciones bananeras y resultados de su implementación. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 1–12. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000100280](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100280)
- Gonz, C., Aristiz, J. C., & Aristiz, M. (2009). Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (*Musa AAB*). *Acta Agronómica*, 58(4), 260–269.
- González-Marquetti, I., Rodríguez, M. G., Delgado-Oramas, B. P., & Schmidt, H.-P. (2021). Biochar and its contribution to plant nutrition, growth. *Revista de Protección Vegetal*, 35(January), 1–17. <http://200.14.50.70/index.php/RPV/article/view/1090/1616%0Ahttp://200.14.50.70/index.php/RPV/article/view/1090/1626%0Ahttp://200.14.50.70/index.php/RPV/article/view/1090/1636%0Ahttp://200.14.50.70/index.php/RPV/article/view/1090>
- Hernández Montiel, L. G., Rivas García, T., Romero Bastidas, M., Chiquito Contreras, C. J., Ruiz Espinoza, F. H., & Chiquito Contreras, R. G. (2018). Potencial antagonístico de bacterias y levaduras marinas para el control de hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, esp(20)*, 4311–4321. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.1000>
- Humber, R. a. (2005). *Entomopathogenic Fungal Identification*. USDA-ARS Plant Protection Research Unit US Plant, Soil & Nutrition Laboratory, November 1998, 1–32.
- Koul, M., & Singh, S. (2017). *Penicillium* spp. *Anti-Cancer Drugs*, 28(1), 11–30. <https://doi.org/10.1097/cad.0000000000000423>
- López, S., & Castaño, J. (2019). Manejo integrado del mal de Panamá *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. cubense (E.F. SM.) W.C. Snyder & H.N. Hansen: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2), 1–13. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262019000200004&lang=es%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v22n2/2619-2551-rudca-22-02-e1240.pdf](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262019000200004&lang=es%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v22n2/2619-2551-rudca-22-02-e1240.pdf)
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev. Protección Veg*, 28(1), 1–11. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522013000100001&lng=es&nrm=iso&lng=es%0Afile:///C:/Users/usuario/Documents/Control Biologico de Trichoderma.pdf](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001&lng=es&nrm=iso&lng=es%0Afile:///C:/Users/usuario/Documents/Control Biologico de Trichoderma.pdf)
- Pacasa-Quisbert, F., Loza-Murguía, M. G., Bonifacio-Flores, A., VINO-NINA, L., & Serrano-Canaviri, T. (2017). Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de K'iphak'iphani, Comunidad Choquenaira-Viacha. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 2–25. <https://doi.org/10.36610/j.sars.2017.080100002>
- Regio-iraq, K. (2010). Mycobiota Associated with Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Cultivars in Iraq. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(1), 130–138.
- Romero Velazquez, S. D., Tlapal Bolaños, B., Cadena Iñiguez, J., Nieto Ángel, D., & Arévalo Galarza, M. de L. (2015). Hongos causantes de enfermedades postcosecha en chayote (*Sechium edule*(Jacq.) SW.) y su control in vitro. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 19–32. <https://doi.org/10.15517/rac.v39i2.21769>
- Viera-Arroyo, W. F. (2020). Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 67–68. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200067>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Sostenibilidad. Revista CUMBRES*, 1(2), 28–34. <https://doi.org/ISSN 1390-9541>

Yáñez Bustamante, W. D., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M., Herrera Reyes, S. N., & Luna Romero, Á. E. (2020). Determinación de la relación carga química grados Brix en hojas y frutos de banano clon Williams (Musa x paradisiaca). *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 421–430. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000500421](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000500421)

Yuef, H., Padrón, M., Delgado, S. H., Genómica, C. D. B., Nacional, P., Piña, E., Mendoza, C. N., Augusto, C., & Méndez, R. (2013). El Género *Aspergillus* y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31(2), 126–146.

**EMERGENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL DE HIJOS DE PLÁTANO 'BARRAGANETE' (Musa AAB), EN EL CARMEN, ECUADOR**

## EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF PLANTAIN 'BARRAGANETE' (Musa AAB), IN EL CARMEN, ECUADOR

---

Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta<sup>1</sup>

Email: [adriana.sanchez@utm.edu.ec](mailto:adriana.sanchez@utm.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3108-0296>

José Randy Cedeño Zambrano<sup>2</sup>

Email: [randyceza@gmail.com](mailto:randyceza@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8770-1579>

Sandra Tatiana Estévez Chica<sup>3</sup>

Email: [sandritaestevéz@hotmail.com](mailto:sandritaestevéz@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2492-3582>

Leonardo Enrique Avellán Vasquéz<sup>2</sup>

Email: [leonardo.avellan@uleam.edu.ec](mailto:leonardo.avellan@uleam.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4265-8049>

Dianelis del Carmen Sánchez Urdaneta<sup>4</sup>

Email: [dianelissanchez11@gmail.com](mailto:dianelissanchez11@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-3345>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>5</sup>

Email: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup>Universidad Técnica del Manabí, Portoviejo, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

<sup>3</sup>Investigadora Independiente, Ecuador.

<sup>4</sup>Fundación Centro Gumilla, Venezuela.

<sup>5</sup>Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Sánchez-Urdaneta, A. B., Cedeño Zambrano, J. R., Mesa Reinaldo, J. R., Estévez Chica, S. T., Avellán Vasquéz, L. E., Sánchez Urdaneta, D. C., García Batista, R. M. (2022). Emergencia y crecimiento inicial de hijos de plátano 'Barraganete' (musa aab), en el Carmen, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 59-64. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Para evaluar la emergencia de los hijos se utilizaron todos los cormos y para las variables de crecimiento 300 hijos, en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. La emergencia de los hijos se evaluó a través del tiempo cada 7 días, se analizó utilizando la metodología de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento MIXED (SAS). Posterior a los 65 dds los hijos de plátano 'Barraganete' están en condiciones de ser sembrados en el sitio definitivo.

**Palabras clave:** Musa sp., propagación, plátano 'Barraganete', crecimiento en vivero.

### ABSTRACT

The research was carried out at the Río Suma Experimental Farm, Eloy Alfaro de Manabí Lay University. To evaluate the emergence of the sons, all the corms were used and for the growth variables 300 sons, in a completely randomized block design with three repetitions. The emergence of the sons was evaluated over time every 7 days, analyzed using the methodology of repeated measures over time through the MIXED (SAS) procedure. After 65 dds the sons of banana 'Barraganete' could be able to be planted in the final site.

**Key words:** *Musa*, propagation, plantain 'Barraganete', nursery growth.

## INTRODUCCIÓN

La diversidad de usos que puede dársele al plátano (consumo alimenticio y transformación por la industria); además, del aporte al desarrollo económico de Ecuador, lo convierten en una opción válida de producción dentro del sector agrícola. Aunado a la multiplicidad de usos, de las hojas y del pseudotallo por ser ricos en fibra y celulosa, que representan una potencialidad para la industria en la transformación hacia la nueva matriz productiva (Beltrón et al., 2018).

Aualmente se cultivan en Ecuador cerca de 6 millones de t de plátano, con unas 122.000 ha de plátano cosechado; de las cuales 79.612 ha se manejan bajo el sistema de monocultivo y 43.168 ha asociadas con otros cultivos. Esta actividad genera 400.000 fuentes de trabajo directa, lo que representa que alrededor del 12% de la población económicamente activa se beneficia de una u otra forma de esta actividad (INEC, 2016).

De acuerdo a estadísticas de comercio exterior, Ecuador ocupa el segundo lugar entre los países exportadores de plátano, abasteciendo el 17% de las importaciones del fruto a nivel mundial (BCE, 2016). Durante el periodo 2013-2017, las exportaciones de plátano ecuatoriano han presentado una tasa de crecimiento promedio anual de 5,83% en volumen, mientras que en valores FOB han crecido en 12,70% (PROECUADOR, 2017). Los Estados Unidos es el destino principal de las exportaciones, seguido por el bloque de países de la Unión Europea, del cual los principales destinos son Bélgica (66%), España (14%) y Holanda (10%). Lo cual permite aseverar que el plátano se ha constituido en un cultivo de creciente importancia socioeconómica para el país (Beltrón et al., 2018).

El plátano (*Musa* sp. AAB) es una especie esencialmente del trópico húmedo, se puede cultivar en todas las zonas agroecológicas localizadas entre los 30° N y los 30° S, que reúnan las condiciones de clima y suelo favorables para su crecimiento, desarrollo y producción. Fuera de esta zona existen plantaciones en Israel y Egipto (hemisferio norte) y Australia y Nueva Gales del Sur (hemisferio sur) (Simmonds, 1973).

En los sistemas de siembra de altas densidades el material de siembra es fundamental, debido a que de ello depende la sincronización de la producción y por ende el éxito de esta alternativa tecnológica, por lo que se debe hacer todo esfuerzo para obtener material de siembra lo más uniforme posible (Cedeño et al., 2020; Avellán-Vásquez et al., 2021; Cedeño-Zambrano et al., 2021).

Para garantizar la óptima uniformidad de la siembra, especialmente cuando se tiene previsto utilizar altas densidades de población, la opción más recomendable es propagar las plantas en bolsas (fundas) de vivero, ya sean estas provenientes de un laboratorio (producción *in vitro*) o de cormos (producción *in vivo*), pues permite realizar una selección más homogénea de las plantas a sembrar (Avellán-Vásquez et al., 2020; Cedeño et al., 2020).

Aun cuando la propagación a través de materiales de siembra convencionales en plátano requiere de periodos de tiempo más largos para su producción y podría constituir una fuente potencial de diseminación de hongos patógenos, nematodos, gorgojos y virus (Sagi et al., 1998). Por otro lado, la producción rápida de material de siembra a través de la micropropagación a gran escala de cultivo de tejidos (Cedeño et al., 2020) se plantea como alternativa; no obstante, los costos de las plantas así obtenidas representan una barrera para los pequeños y medianos productores, los cuales siguen accediendo a la propagación convencional, aunque en la búsqueda de sincronizar y acelerar la emergencia de las plantas.

El objetivo fue evaluar la emergencia y crecimiento inicial de hijos obtenidos de cormos de plátano 'Barraganete' (*Musa* sp. AAB) en condiciones de vivero, en El Carmen, Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del ensayo

La investigación se condujo en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión en El Carmen, ubicada en la Provincia de Manabí, Cantón El Carmen, Ecuador, ubicada georeferencialmente en las coordenadas UTM -0,259503 S y -79,427558 O, en clima de trópico húmedo. En la tabla 1 se presentan las características agroecológicas correspondientes a la zona de producción.

Tabla 1. Características agroecológicas de la ubicación de la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión en El Carmen. El Carmen, Manabí, Ecuador.

Características	El Carmen
Altitud (msnm)	263
Temperatura del aire a la sombra (oC)	24
Precipitación anual (mm.año-1)	2806
Humedad relativa (%)	86
Heliófanía (horas.luz-1.año-1)	1.026
Evaporación (mm.año-1)	1.064

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

### Selección del material para el establecimiento del vivero

El proceso de la obtención de cormos para ser sembrados en bolsas para la preparación del material de siembra, se inició con la selección de las plantas madres de plátano 'Barraganete' dentro de las plantaciones experimentales establecidas en la Granja Experimental Río Suma, que proporcionaron los cormos para dicha siembra.

Las plantas madres seleccionadas presentaron los mejores racimos, aparentemente sanas sin daño de plagas o enfermedades y tipo de planta conforme a su genotipo, se procedió a eliminar todos los hijos a ras de tierra manteniéndose así hasta la cosecha de dicha planta.

Los cormos fueron limpiados, eliminando las raíces y el suelo presente al sacarlos del suelo. El pseudotallo se cortó a una altura de 7 a 10 cm. Se introdujeron en Chlorpirifos 480 (1 mL·L<sup>-1</sup> de agua) y estimulador de raíces (Más raíces, 5 mL·L<sup>-1</sup> de agua). La biomasa de los cormos fue en promedio de 380 g, para sembrarlos sin problemas en bolsas de vivero con capacidad de 3 kg, utilizando como sustrato tierra negra.

### Diseño experimental

Las bolsas fueron llenadas y se organizaron en bloques de 100 bolsas, en tres hileras bloque-1, bajo condiciones de luz; en otras palabras, expuestas al sol, durante todo el periodo de desarrollo en el vivero. Donde permanecieron aproximadamente 70 días. Se realizaron labores como riego, fertilización y control de malezas. Fueron transplantadas cuando tenían entre 5 a 6 hojas verdaderas.

Para evaluar la emergencia de los hijos se utilizaron todos los cormos (1000 cormos propagados) y para las variables de crecimiento 100 hijos-repetición-1, en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. La emergencia de los hijos se evaluó a través del tiempo cada 7 días, se analizó utilizando la metodología de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento MIXED (SAS). La longitud de los hijos, diámetro del pseudotallo, longitud, ancho, número de hojas y área foliar se evaluaron las dos últimas semanas de permanencia en el vivero. Para el cálculo del área foliar se empleó la fórmula propuesta por Martínez (1984), según la cual: Área foliar = largo x ancho x 0,8.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Emergencia de los hijos

La evaluación de la emergencia de los hijos se inició 14 días después de la siembra (dds). A partir de los 24 dds hubo una emergencia de 61,45% de los hijos y alcanzó el mayor número de hijos emergidos a los 44 dds (86,70 ± 4,13% de los hijos), lo que sugeriría uniformidad en el crecimiento de las plántulas, toda vez que emergieron en tiempos similares. Esta variable se ajustó a un modelo polinómico de segundo grado  $y = -0,3621 + 3,8235X - 0,0433X^2$  (figura 1). En este mismo orden de ideas, el 7,71% de los cormos no emergieron y 5,59% murieron después de haber emergido o se descompusieron. Rosales et al. (S/F) señalaron que aún en las mejores condiciones de manejo de los cormos, un 10% de ellos no emergieron o presentaron otros problemas que impidieron utilizarlos. Siendo estos resultados similares a los obtenidos en esta investigación.

Rosales et al. (S/F) indicaron que el tiempo estimado en las bolsas fue de 5 a 6 semanas, lo cual permitió que las plántulas alcanzaron a tener dos pares de hojas. Además, comentaron que en Cuba ha funcionado muy bien las aplicaciones foliares de humus diarias, acortando el tiempo de endurecimiento de las plántulas en unos 10 días. En esta investigación los hijos (plántulas) permanecieron 8 semanas después de haber iniciado la

emergencia, pero fueron sembradas en campo con 5 a 6 hojas, lo que garantizó pocas pérdidas por efecto de la siembra en campo.

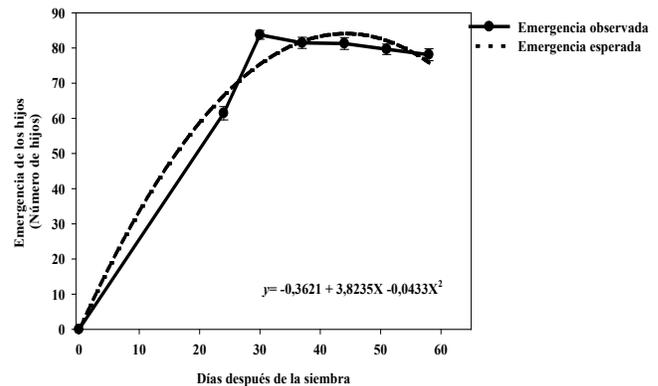


Figura 1. Emergencia de los hijos (plántulas) de plátano 'Barraganete' creciendo en condiciones de vivero en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, El Carmen, Manabí, Ecuador.

Aristizábal y Jaramillo (2010) manifestaron que durante la emergencia de los hijos de plátano ocurren dos eventos importantes: el primero, fue la formación de raíces que provinieron de los nudos del cormo, fueron de tipo fibroso, con abundantes raíces secundarias y, cuyo número varió en función del tiempo. Belalcázar (1991) estableció que a los 5, 10 y 15 días después de la siembra, el número de raíces fue de 5, 15 y 24, respectivamente. El segundo evento correspondió con la formación de hojas no funcionales que se caracterizaron por ser rudimentarias, lanceoladas y sin lámina foliar desarrollada.

### Altura, diámetro y número hojas de los hijos

A los 58 dds los hijos presentaron una altura promedio de  $8,03 \pm 5,04$  cm y para los 65 dds las plantas alcanzaron  $20,13 \pm 8,59$  cm de altura, con crecimiento diario de 1,73 cm, representando 2,51 veces mayor el crecimiento en 7 días, lo cual sugirió un crecimiento acelerado de los hijos (figura 2).

Ramos, Terry, Soto, Cabrera, Martín y Fernández (2016) encontraron que a la 6ta semana de experimentación (equivalente a 58 dds), la altura de las plantas de plátano creciendo en condiciones de vivero, fue superior en todos los tratamientos evaluados (promedio 20,65 cm) a los obtenidos en esta investigación (8,03). No obstante, para la 7ma semana señalaron una longitud promedio de 24,75; la cual fue similar a la obtenida en esta investigación para el mismo periodo. Solo que contrasta la velocidad de crecimiento ( $0,59$  cm·día<sup>-1</sup>) entre ambos experimentos.

Con relación al diámetro del pseudotallo fue de  $18,37 \pm 6,90$  mm a los 58 dds y para los 65 dds fueron  $21,97 \pm 8,42$  mm. En ambos periodos los valores reportados por Ramos et al. (2016) fueron superiores a los obtenidos en esta investigación (2,74 y 2,87 cm, respectivamente). Quizás la diferencia podría estar dada porque estos investigadores realizaron la medición a 1 cm de la

superficie del suelo, mientras que en esta investigación se realizó a 5 cm de la superficie del suelo.

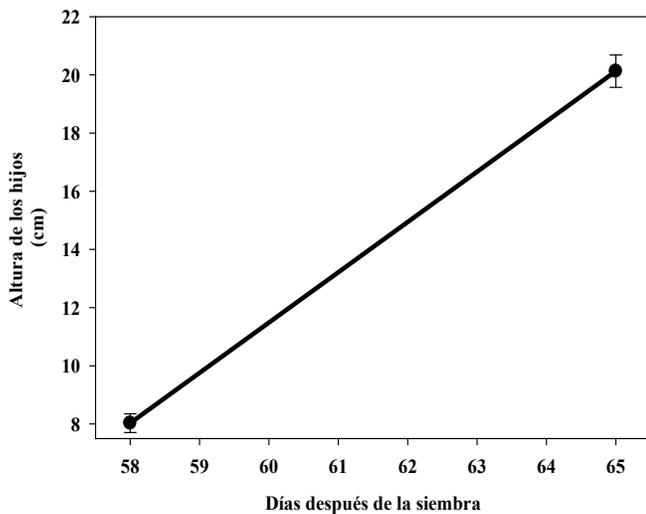


Figura 2. Altura de los hijos (plántulas) de plátano 'Barraganete' creciendo en condiciones de vivero en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, Manabí, Ecuador.

De acuerdo al Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (2010) es importante llevar al campo un material con buen vigor, y esto es definido, entre otras características, por el porte de la planta y el diámetro del pseudotallo; con ello, las probabilidades de éxito serán mayores para el establecimiento del cultivo.

Las plantas presentaron en promedio para los 58 y 65 dds  $2,63 \pm 1,34$  y  $3,58 \pm 1,39$  hojas-hijo-1, generando  $0,38$  y  $0,51$  hojas-semana-1, respectivamente. Para Ramos et al. (2016) el número de hojas en promedio fue de  $6,21$  y  $6,97$  para 6ta y 7ma semana, respectivamente.

La etapa de plántula se caracterizó por la iniciación del crecimiento activo de la planta, lo cual correspondió a la fase inicial de la curva de crecimiento, tuvo una duración promedio de 98 días, y culminó cuando sobre la superficie del suelo apareció el primer hijuelo. Durante esta etapa aumentó el tamaño del rizoma, el número de raíces y ocurrió el desarrollo de las primeras hojas funcionales (Aristizábal y Jaramillo, 2010).

Según Aristizábal y Jaramillo (2010) el número total de hojas producidas en la etapa de plántula fue de 14, el área foliar acumulada fue de  $2,8 \text{ m}^2$ , y la emisión foliar fue cada 7 días, en promedio. Las hojas tuvieron un ancho mayor de 10 cm en su parte media. Cada nueva hoja tuvo origen en el ápice meristemático del cormo y se formó en el interior del pseudotallo, con la lámina foliar fuertemente enrollada de modo que un limbo foliar (derecho) es envuelto por el otro (izquierdo).

Una vez analizados los resultados obtenidos referentes a la altura, diámetro y número de hojas de los hijos, se hace necesario realizar la clasificación de las plántulas según su tamaño, para realizar la siembra por lotes, ya que esto permitirá sincronizar el crecimiento y desarrollo de las plantas en el campo, de manera tal que las labores culturales que se realicen propendan a que la mayoría de las plantas puedan iniciar y finalizar el periodo de cosecha en el menor tiempo posible, en otras palabras se trata de concentrar la cosecha de los lotes en periodos cortos, por ejemplo entre 70 y 90 días.

Rosales et al. (S/F) indicaron que la primera oportunidad de clasificar las plántulas por tamaño ocurre al pasarlas del pre-germinador a las bolsas, si ese fue el método utilizado para propagar las plantas. Por lo que, se aprovecha de trasplantarlas de acuerdo al tamaño alcanzado en esa etapa. Luego al momento de llevar las plántulas ya listas para el campo (cuando tienen dos pares de hojas o unos 30 cm de altura), se procede a sembrar primero todas aquellas que cumplen ese requisito. Las plántulas que quedan, se reclasifican en tantos grupos como sea necesario por tamaño y se utilizan tan pronto cumplan el requisito de tamaño o de número de hojas.

### Longitud, ancho y área foliar de la hoja3

Las hojas a las 58 dds alcanzaron una longitud de  $19,74 \pm 4,95$  cm, un ancho de  $9,68 \pm 4,95$  cm y un área foliar de  $176,26 \pm 148,16 \text{ cm}^2$ ; por otro lado, a los 65 dds las hojas midieron  $22,32 \pm 8,15$  cm de largo,  $13,88 \pm 5,96$  cm de ancho, con un área foliar de  $265,31 \pm 164,21 \text{ cm}^2$ . Esto representó un incremento en el crecimiento en longitud de  $2,82$  y  $3,19 \text{ cm}\cdot\text{semana}^{-1}$ ; en ancho de  $1,38$  y  $1,98 \text{ cm}\cdot\text{semana}^{-1}$  y del área foliar de  $25,18$  y  $37,90 \text{ cm}^2\cdot\text{semana}^{-1}$ , respectivamente a los 58 y 65 dds. La tasa de crecimiento longitudinal de las hojas fue de  $0,37 \text{ cm}\cdot\text{día}^{-1}$ , del ancho  $0,6 \text{ cm}\cdot\text{día}^{-1}$  y del área foliar de  $12,72 \text{ cm}^2\cdot\text{día}^{-1}$  (figura 3, 4 y 5).

Las plantas de plátano, como especies perennes, deben regular sus procesos fisiológicos para mantener el crecimiento vegetativo y producir los frutos simultáneamente. Durante la etapa inicial de desarrollo debe construir el sistema de raíces para los procesos de absorción y las hojas para la asimilación fotosintética; una vez formadas estas estructuras, almacena carbohidratos y otras sustancias en los cormos para la emisión de rebrotes, la floración y el llenado posterior de los frutos. La planta debe formar simultáneamente el área foliar y las raíces necesarias para mantener un balance continuo entre el desarrollo de estos órganos; si el balance favorece el desarrollo de las hojas, no habrá exceso suficiente de carbohidratos para el desarrollo de los cormos, pero si, por el contrario, el crecimiento foliar es disminuido, el tejido fotosintético podría ser insuficiente para obtener rendimientos altos (Cayón, 2004).

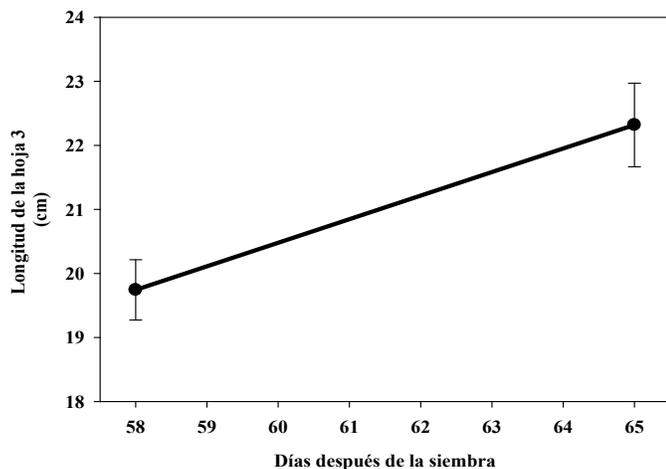


Figura 3. Longitud de la hoja 3 de los hijos (plántulas) de plátano 'Barraganete' creciendo en condiciones de vivero en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, El Carmen, Manabí, Ecuador.

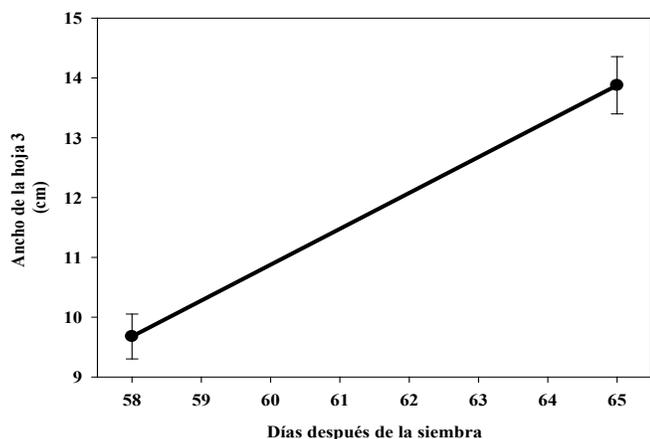


Figura 4. Ancho de la hoja 3 de los hijos (plántulas) de plátano 'Barraganete' creciendo en condiciones de vivero en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, El Carmen, Manabí, Ecuador.

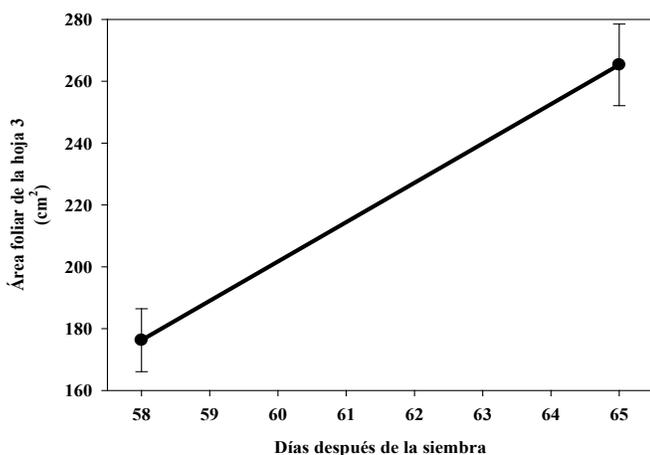


Figura 5. Área foliar de la hoja 3 de los hijos (plántulas) de plátano 'Barraganete' creciendo en condiciones de vivero en la Granja Experimental Río Suma, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, El Carmen, Manabí, Ecuador.

## CONCLUSIONES

Posterior a los 65 días los hijos de plátano 'Barraganete' podrían estar en condiciones de ser sembrados en el sitio definitivo, cuando alcanza una altura superior a los 20 cm y cerca de 4 hojas desarrolladas, lo que garantizaría plantas calidad para el trasplante y la uniformidad en los procesos de crecimiento y desarrollo, hasta llegar a la cosecha.

El desarrollo de las plantas es cualitativo y se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por eventos sucesivos que dependen del estado en el que las plantas se encuentren; por tal razón, se requiere tener claridad en la descripción cada uno de los eventos por los cuales transcurren las plantas, debido a la utilidad que podría tener para el manejo agronómico ya que este está relacionado con el estado fenológico del cultivo.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Joseph Steeven Cornejo-Zambrano, Delys Margarita Montalbán-Vera, Tanny Sayana Álvarez-López, Irina Antonella Zambrano-Cornejo, Jeniffer Andrea Muñoz-Solorzano, Paul Josue Cedeño-Zambrano, Jonathan Xavier Mero-Véliz, Clemente Ariel Navarrete Loo, por su importante apoyo en el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avellán Vásquez, L., Cobeña Loo, N., Estévez Chica, S., Zamora Macías, P., Vivas Cedeño, J., González Ramírez, I. & Sánchez Urdaneta, A.B. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano 'Barraganete' (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 25-33.
- Avellán-Vásquez, L.E., Estévez-Chica, S.T., Vaca-Sotelo, D.A., Zambrano-Mendoza, M.E., Cedeño-Loo, T.A. & Sánchez-Urdaneta, A.B. (2021). Root distribution according to phenology in plantain cultivars (*Musa* AAB), Ecuador. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, 43(2):(e-703).
- Aristizábal L., M. y Jaramillo G., C. (2010). Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB). *Agron.*, 18(1), 29-40.
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2016). *Reporte de coyuntura. Sector agropecuario. No. 88. IV. 2015.* Ecuador.
- Belalcázar, C.S., Baena, A.H. y Valencia, M.J.A. (1991). *Caracterización del ciclo vegetativo.* pp. 93-104. En: *Memorias del Seminario de actualización sobre la investigación en el cultivo del plátano*, Manizales, Litografía Cafetera.

- Beltrón Cedeño, C., Sánchez Briones, A. y Ortiz Torres, M. (2018). El fortalecimiento de la comercialización del plátano mediante formas asociativas. Caso de estudio el cantón El Carmen de la provincia de Manabí. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Cayón Salinas, D.G. (2004). *Ecofisiología y productividad del plátano (Musa AAB Simmonds)*. XVI Reunión internacional ACORBAT 2004. p. 172-183.
- Cedeño García, G., Guzmán Cedeño, Á., Zambrano Lucero, H., Vera Macías, L., Valdivieso López, C. & López Álava, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483-492.
- Cedeño-Zambrano, J.R., García-Párraga, J.V., Solórzano-Cobeña, C.M., Jiménez-Flores, L.A.J., Ulloa-Cortazar, S.M., López-Mejía, F.X., Avellán-Vásquez, L.E., Bracho-Bravo, B.Y. & Sánchez-Urdaneta, A.B. (2021). Fertilización con magnesio en plátano 'Barraganete' (Musa AAB) Ecuador. *Revista La Granja*. <http://doi.org/10.17163/lgr.n35.2021.01>.
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Ecuador. 22 p.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2017). *Anuario meteorológico*. N° 53-2013. Quito, Ecuador.
- Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. (2010). *Instructivo técnico del cultivo del plátano*. Edit. Ministerio de la Agricultura, Artemisa, Cuba. 13 p.
- Martínez, G.A. (1984). Determinación del área foliar mínima en plátano en el trópico húmedo. *Revista ICA.*, 19(2), 183-187.
- PROECUADOR. (2017). *Análisis sectorial del plátano*.
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., Cabrera Rodríguez, A., Martín Alonso, G.M. y Fernández Chuaeray, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 165-174.
- Sagi, I., Remy, S. & Swennen, R. (1998). Fungal disease control in banana, a tropical monocot: Transgenic plants in the third world? *PhytoProtection*, 79, 117-120.
- Simmonds, N.W. (1973). *Los plátanos: Técnicas agrícolas y producción tropicales*. 2 ed. Traducción E. Riambau. Blume, Barcelona. 539 p.

## FUENTES DE FÓSFORO (P) MÁS CACHAZA CON Y SIN AZOTOFOS SOBRE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

PHOSPHORUS SOURCES PLUS FILTER PIE WITH OR WITHOUT AZOTOFOS ON THE MICROORGANISMS OF THE SOIL

Maikel Abreu Jiménez<sup>1</sup>

Email: [majimenez@ucf.edu.cu](mailto:majimenez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1933-0216>

Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

Email: [lccastell@gmail.com](mailto:lccastell@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

Renato de Mello Prado<sup>3</sup>

Email: [rm.prado@unesp.br](mailto:rm.prado@unesp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1998-6343>

Enrique Rafael Parets Selva<sup>1</sup>

Email: [eparets@ucf.edu.cu](mailto:eparets@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2960-023X>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos.

<sup>2</sup> Universidad de Pamplona, Colombia.

<sup>3</sup> UNESP Campus Jaboticabal, Brasil.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Abreu Jiménez, M., Castellanos González, L., De Mello Prado, R., Parets Selva, R. (2022). Fuentes de Fósforo (p) más Cachaza con y sin Azotofos sobre los microorganismos del suelo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 65-69. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de cuatro fuentes de fósforo más cachaza con o sin el biofertilizante Azotofos sobre los microorganismos del suelo en diferentes momentos después del tratamiento. Fue establecido un experimento en condiciones de laboratorio en esquema factorial 4(2)+1, empleándose cuatro fuentes de fósforo; roca fosfatada, fosfato natural, superfosfato triple y roca fosfórica cubana y dos fuentes del compuesto orgánico a base cachaza enriquecida con microorganismos (Azotofos) y solo cachaza (sin enriquecimiento) y un control (sin cachaza, ni abonado), con tres repeticiones. Fueron totalizadas el total de bacterias los hongos y las bacterias solubilizadoras de fósforo a los 30, 60 y 90 días después de iniciado el experimento. El uso de diferentes fuentes de P con cachaza enriquecida con Azotofos aplicadas a un suelo con alto tenor de P no fue importante para alterar las poblaciones de las bacterias totales y los hongos y solo influyó sobre las bacterias solubilizadoras de P a corto plazo (30 y 60 días después de la aplicación).

**Palabras clave:** Fuentes de fósforo, cachaza, biofertilizantes, microorganismos del suelo.

### ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate the effect of four phosphorus sources plus filter pie with or without the biofertilizer Azotofos on the microorganisms in the soil at different moments after the treatment. An experiment in factorial design 4(2)+1 was established, being the four phosphorus sources; rock phosphate, natural phosphate, triple phosphate and Cuban phosphoric rock; two sources of the organic compound to base filter pie enriched with Azotofos microorganisms and only filter pie (without enrichment) and a control (without filter pie, neither Azotofos), with three repetitions. The total of bacteria, the fungus and the phosphorus solubilizers bacteria were evaluated at the 30, 60 and 90 days after being initiated the experiment. The use of different sources of P with filter pie enriched with Azotofos applied to the soil with high tenor of P, was not important to alter the populations of the total bacteria and fungus, and only it affected the phosphorus solubilizers bacteria in short term (30 and 60 days after the application).

**Key words:** Phosphorus source, filter pie, biofertilizers, soil microorganisms.

## INTRODUCCIÓN

El fósforo es un importante nutriente para la productividad de las plantas debido a su participación en los procesos vitales y estructuras, lo que se refleja en la división y alargamiento de las células, aumentando el crecimiento de las raíces (Bahadur et al., 2002). Debido a la baja movilidad del fósforo en el suelo y su baja concentración en la solución del suelo, fertilizantes fosfatados aplicados a los suelos agrícolas terminan generando una elevada acumulación de ese elemento, cuya disponibilidad depende fuertemente de la actividad microbiana. En este proceso biológico participan microorganismos solubilizadores de fosfato orgánico a través de la exudación de enzimas como la fosfatasa ácida, la cual hidroliza P orgánico, o directamente, solubilizando fosfato inorgánico por la acción de ácidos orgánicos (Martínez et al., 2006).

La adsorción de P en el suelo puede estar afectada por el tenor de materia orgánica, pH, tenor de calcio, hierro trivalente y aluminio, así como por el tiempo de contacto entre el fertilizante y el suelo (Machado & Souza, 2012).

La cachaza es formada por un conjunto de sólidos que se forman durante los procesos de clarificación de caldo de la caña de azúcar. Dentro de sus nutrientes se destacan el fósforo, el nitrógeno y el potasio. La cachaza tiene efectos benéficos en las propiedades físicas y químicas del suelo (Arzola et al., 2013).

En la literatura los resultados son contradictorios en cuanto al uso de los microorganismos solubilizadores de fósforo, pues la eficiencia de la solubilización depende de la estirpe del microorganismo, del fosfato, tipo de suelo, cultivar, acidez y naturaleza de las materias orgánicas que servirán como fuentes de carbono para los microorganismos (Nahas et al., 1994 a, b; Nahas, 2002). El uso de la cachaza enriquecida con fosfato natural asociado con microorganismos solubilizadores puede constituir una importante fuente alternativa de fertilizante organomineral fosfatado, no obstante, la información sobre el efecto de este fertilizante organomineral fosfatado sobre la población de microorganismos y en la disponibilidad de P en el suelo es escasa, requiriéndose mayor investigación al respecto, por lo que se plantea el siguiente problema.

Teniendo en consideración lo anteriormente planteado el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de cuatro fuentes de fósforo más cachaza con o sin el biofertilizante Azotofos sobre los microorganismos del suelo en diferentes momentos posteriores al tratamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento de laboratorio donde fue adoptado un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados en esquema factorial  $4 \times 2 + 1$ , con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por cuatro fuentes de P: fosfato de rocha (Araxá) (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total= 36% e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en ácido cítrico a 2%= 4%); fosfato natural reactivo (Bayóvar®) (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total= 29% e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en ácido cítrico a 2%= 14%); superfosfato triple (SFT) (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total= 45% e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en ácido cítrico

a 2%= 41%) y roca fosfórica cubana (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total= 24% e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble en ácido cítrico a 2%= 6,5%); y dos fuentes de compuesto orgánico a base de cachaza enriquecida con microorganismos y apenas cachaza (sin enriquecimiento), más un control (sin cachaza, ni fertilización). La unidad experimental estuvo compuesta de recipientes plásticos (200 mL) llenados con muestras de suelo, con los respectivos tratamientos.

Al compuesto orgánico fueron adicionadas todas las fuentes de P a la concentración 60 mg dm<sup>-3</sup> de P soluble en ácido cítrico a 2%. El compuesto orgánico enriquecido fue obtenido a través del compostaje de la cachaza, con adición de biofertilizante conteniendo microorganismos. El biofertilizante utilizado fue Azotofos a base de *Pseudomonas fluorescens* y *Azotobacter fluorescens* conteniendo 10<sup>8</sup> ufc mL<sup>-1</sup> obtenido en el Laboratorio Barajagua, Instituto de Investigaciones de Suelos y Fertilizantes de Cuba. Se utilizaron 10g del biofertilizante añadido a 1L de agua destilada y en seguida se procedió al enriquecimiento del compuesto orgánico (cachaza), a base de 280 mLkg<sup>-1</sup> de cachaza.

El análisis microbiológico de la cachaza sin enriquecimiento arrojó la presencia de *Penicillium spp* (5 x 10<sup>1</sup> ucf g<sup>-1</sup>), *Aspergillus spp* (1,3 x 10<sup>1</sup> ucf g<sup>-1</sup>) e *Aspergillus terreus* (2,3 x 10<sup>1</sup> ucf g<sup>-1</sup>).

Los nutrientes de la cachaza eran (g kg<sup>-1</sup>): N= 18; P= 12,1; K= 4,3; Ca= 96,4; Mg= 10,2; S= 3,4. Después del compostaje, la dosis del compuesto orgánico (cachaza) aplicada en los recipientes fue de 12,5g kg<sup>-1</sup> de suelo, correspondiendo a 25 t ha<sup>-1</sup>.

En todos los tratamientos fueron aplicados de forma uniforme, nitrógeno (200 mg dm<sup>-3</sup>), en forma de urea (45% de N) y potasio (150 mg dm<sup>-3</sup>), en forma de cloruro de potasio (60% de K<sub>2</sub>O). La humedad del suelo, durante todo el período del experimento, fue mantenida próxima a la capacidad de campo (80%), con la adición de agua destilada.

Se realizaron muestreos a los 30, 60 y 90 días para determinar las poblaciones de los microorganismos. Para la cuantificación de las bacterias solubilizadoras de fosfato (B.S.F.) fue utilizado el medio Pykoskaia (Martínez et al., 2006). Para el conteo de las bacterias y hongos totales, fue utilizado inicialmente el procedimiento de dilución en serie (Wollum, 1982), utilizándose el medio de Bunt & Rovira (1955), pH 7,4, para el conteo de bacterias totales, y el medio de Martin (1950), pH 5,6, añadiendo 60 mg mL<sup>-1</sup> de penicilina, 40 mg mL<sup>-1</sup> de estreptomina y 70 mg mL<sup>-1</sup> de rosa bengala, para el conteo de hongos. Las placas fueron incubadas a temperatura de 30°C por 24 horas (bacterias totales), 72 horas (hongos) y 96 horas (bacterias solubilizadoras de fosfato).

Para esto las muestras de suelo fueron acondicionadas en bolsas plásticas, protegidas de la luz y mantenidas en cajas térmicas hasta la llegada al laboratorio; seguidamente fueron tamizadas (2 mm de malla), con una humedad ajustada entre 50 y 60% de capacidad de campo, acondicionadas en bolsas de plástico con orificios

de ventilación fueron mantenidas en cámara fría (4°C) (Cardoso & Silva, 2009).

Los datos de las poblaciones de bacterias totales, bacterias solubilizadoras de P y de los hongos en el suelo en cada muestreo mensual fueron transformados en logaritmo y sometidos a análisis de varianza. Las medias fueron comparadas por medio el test de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando el programa estadístico ASISTAT (Silva & Azevedo, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 30 días de la instalación del experimento el uso de diferentes fuentes de P (Fosfato de Araxá, Fosfato Bayóvar®, superfosfato triple y Fosfato de Cuba) así como la cachaza (con y sin enriquecimiento con Azotofos) no promovieron alteraciones en la población de bacterias totales y hongos en relación al control (Tabla 1).

**Tabla 1.** Población microbiológica en suelo tratado con fuentes de P en presencia y en ausencia de compuesto orgánico enriquecido con biofertilizante a los 30 días de instalado el ensayo.

	Bacterias totales	Hongos	B.S.F.
Fuentes de P	----- UFC g-1 suelo -----		
Fosfato de Araxá	9,0	5,8	5,6
Fosfato Bayóvar®	9,1	5,6	5,6
Superfosfato Triple	9,1	5,8	5,8
Fosfato de Cuba	9,0	5,8	5,8
Compuesto orgánico			
Con enriquecimiento	9,0	5,8	5,8 a
Sin enriquecimiento	9,1	5,7	5,5 b
	Valores de F		
Fuentes de P(P)	0,12 ns	2,28 ns	1,21 ns
Compuesto orgánico©	1,31 ns	3,39 ns	6,34 *
P x C	0,73 ns	0,64 ns	1,71 ns
Factorial x control	0,002 ns	1,84 ns	0,06 ns
Media del control	9,1	5,6	5,7
Media del factorial	9,1	5,8	5,7
CV (%)	3,7	2,8	5,4

ns= no significativo; \* significativo al 5% de probabilidad; \*\* significativo al 1% de probabilidad. Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí para la prueba de Tuckey a 5%.

El tratamiento que recibió enriquecimiento con biofertilizante Azotofos promovió incremento en el número de bacterias solubilizadoras presentes en el suelo a corto plazo independientemente de la fuente de fertilizante fosfatado, pero no fue verificado efecto de los tratamientos (factorial) sobre el control para la variable bacterias solubilizadoras de fosfato (B.S.F.).

Los mayores valores de unidades formadoras de colonias (ufc) observados en los tratamientos con la presencia de

cachaza enriquecida con biofertilizantes refuerzan la hipótesis de que la utilización de cachaza enriquecida puede jugar un papel fundamental para la actividad microbiana en los suelos agrícolas a corto plazo como han señalado (Cardoso & Jahnel, 1995).

A los 60 días de la instalación del experimento se verificó que los tratamientos aplicados en relación al control no afectaron la población de bacterias totales ni hongos totales del suelo (Tabla 2), sin embargo, influenciaron sobre las bacterias solubilizadoras, al manifestarse una población superior en la factorial con respecto al control, pero no hubo diferencia entre el uso de fuentes de P y el compuesto orgánico, ni su interacción.

**Tabla 2.** Población microbiológica en suelo tratado con fuentes de P en presencia y en ausencia de compuesto orgánico enriquecido con biofertilizante a los 60 días de instalado el ensayo.

	Bacterias totales	Hongos	B.S.F.
Fuentes de P	----- UFC g-1 suelo -----		
Fosfato de Araxá	10,0	5,8	6,1
Fosfato Bayóvar®	10,0	5,8	6,3
Superfosfato Triple	9,9	5,8	6,5
Fosfato de Cuba	9,5	5,9	6,6
Compuesto orgánico			
Con enriquecimiento	9,9	5,8	6,5
Sin enriquecimiento	9,8	5,8	6,3
	Valores de F		
Fuentes de P(P)	2,44 ns	0,90 ns	1,79 ns
Compuesto orgánico©	0,44 ns	2,56 ns	3,23 ns
P x C	1,04 ns	0,49 ns	2,24 ns
Factorial x control	1,13 ns	0,16 ns	7,26 *
Media del control	9,6	5,8	5,8 b
Media del factorial	9,9	5,8	6,4 a
CV (%)	4,0	1,9	5,8

ns= no significativo; \* significativo al 5% de probabilidad; \*\* significativo al 1% de probabilidad. Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí para la prueba de Tuckey a 5%.

A los 90 días las poblaciones de microorganismos presentes en el suelo no fueron influenciados por los tipos de fosfatos aplicados y por el enriquecimiento realizado en el compuesto orgánico (Tabla 3) ni siquiera para las bacterias solubilizadoras como ocurrió a los 30 y 60 días.

**Tabla 3.** Población microbiológica en suelo tratado con fuentes de P en presencia y en ausencia de compuesto orgánico enriquecido con biofertilizante a los 90 días después de instalado el ensayo.

	Bacterias totales	Hongos	B.S.F.
Fuentes de P	----- UFC g-1 suelo -----		
Fosfato de Araxá	10,3	5,7	6,6
Fosfato Bayóvar®	10,1	5,8	6,0
Superfosfato Triple	9,9	5,7	6,0
Fosfato de Cuba	10,1	5,8	6,5
Compuesto orgánico			
Con enriquecimiento	10,3	5,8	6,2
Sin enriquecimiento	9,9	5,8	6,4
	Valores de F		
Fuentes de P(P)	0,26 ns	1,53 ns	1,77 ns
Compuesto orgánico(C)	1,91 ns	0,11 ns	0,59 ns
P x C	2,38 ns	2,74 ns	1,38 ns
Factorial x control	2,02 ns	0,22 ns	1,61 ns
Media del control	9,5	5,8	6,7
Media del factorial	10,1	5,8	6,3
CV (%)	6,7	1,6	9,1

ns= no significativo; \* significativo al 5% de probabilidad; \*\* significativo al 1% de probabilidad. Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí para la prueba de Tuckey a 5%.

Los resultados hasta los 90 días concuerdan con Barroti & Nahas (2000) quienes tampoco verificaron aumentos de las poblaciones de bacterias y hongos en los suelos en función del tipo de fertilizante fosfatado empleado (superfosfato simple y fosfato de Araxá).

Resáltese que el suelo es un ambiente extremadamente complejo y que de acuerdo con Van Veen (1997), la resistencia a la introducción de organismos se debe a varios factores bióticos y abióticos, tales como: predación por protozoarios y la competencia con poblaciones indígenas por sustratos orgánicos y por espacio en el suelo, donde los microorganismos puedan estar protegidos contra el ataque de predadores. Dentro de los factores abióticos responsables por el no crecimiento de las bacterias introducidas en los suelos se destaca principalmente: textura, tipo de arcilla, temperatura, pH y la disponibilidad de sustratos orgánicos.

## CONCLUSIONES

El uso de diferentes fuentes de P con cachaza enriquecida con Azotofos aplicadas a un suelo con alto tenor de P no fue importante para alterar las poblaciones de las bacterias totales y los hongos y solo influyó sobre las bacterias solubilizadoras de P a corto plazo (30 y 60 días después de la aplicación).

## BIBLIOGRAFÍA

Arzola, N., Herrera, O., & Prado, R. (2013). Manejo de suelos para una agricultura sostenible. *Ed. Jaboticabal: FCAV/UNESP*, 511 p.

Baahadur, M. M., Ashrafuzzaman, M., Kabir, M., Chowdhury, M., & Majumder, A. (2002). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties to different levels of phosphorus. *Crop Research* 23 (2): 293-299.

Barroti, G., & Nahas, E. (2000). População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v 35 (10): 2043-2050.

Bunt, J. S., & Rovira, A.D. (1955). *Microbiological studies of some subantarctic soils.* *J. Soil Science*, 6:119-128

Cardoso, E., & Jahnel, M. (1995). Avaliação da maturação do composto de lixo urbano. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. p2297.

Cardoso, E. L., & Silva, M. (2009). *Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal.* (Vols. 1-44). *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.44, n.6*, p.631-637.

Machado, V., & Souza, C. (2012). Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *Bioscience Journal* 28 (1): 1-7.

Martin, J. (1950). Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science* 69: 215-232.

Martínez, V. R., López, M., Brossard, F. M., Tejada, G. G., Pereira, A. H., Parra, Z. C., Rodríguez, S. J., & Alba, A. (2006). Procedimientos para el estudio y fabricación de Biofertilizantes Bacterianos. Maracay, Venezuela. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola. (Serie B No 11)*, 88p.

Nahas, E. (2002). Microorganismos do solo produtores de fosfatase em diferentes sistemas agrícolas. *Bragantia* 61(3): 267-275.

Nahas, E., Centurion, J., & Assis, L. (1994a). Efeito das características químicas dos solos sobre os microrganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatase. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 18, 49-53.

Nahas, E., Centurion, J., & Assis, L. (1994b). Microorganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatase de vários solos. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 18, 43-58.

Silva, F. A., & Azevedo, C. (2009). Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: *WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*, 7, Reno-NV-USA: *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 7p.

Van Veen, J. (1997). Fate and activity of microorganisms introduced into soil. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 61: p. 121-135.

Wollum, A. (1982). Cultural methods for soil microorganisms. In: Page, A.L.; H.R. Miller; D.R. Keeney (Ed.). Methods of soil analysis. Madison : *Soil Science Society of America*, p.781-802.

**INFLUENCIA DE LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE 2****INFLUENCE OF SEEDING DISTANCES ON THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF 2**

Johan Vinicio Marcillo Pizarro<sup>1</sup>

E-mail: [jmarcillo1@utmachala.edu.ec](mailto:jmarcillo1@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0654-4629>

Erick Marcel Ordoñez Herrera<sup>1</sup>

E-mail: [eordonez3@utmachala.edu.ec](mailto:eordonez3@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8072-7976>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Irán Rodríguez Delgado<sup>1</sup>

E-mail: [irodriguez@utmachala.edu.ec](mailto:irodriguez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Marcillo Pizarro, J. V., Ordoñez Herrera, E. M., García Batista, R. M., Rodríguez Delgado I. (2022). Influencia de las distancias de siembra en el desarrollo y producción de 2 variedades de Maracuyá (*passiflora edulis degener*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 70-79. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

**RESUMEN**

El objetivo del estudio experimental fue evaluar el efecto de interacción de variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), mediante la medición de parámetros morfo-agroproductivos en el cultivo frutícola. La investigación se realizó en áreas de la Granja Santa Inés, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; y se utilizó un experimento factorial completamente al azar fraccionado 2x4, con tres repeticiones, generándose 24 unidades experimentales (parcelas con una superficie de 90 m<sup>2</sup>). Las variables evaluadas fueron el número de flores y frutos por planta, diámetro central del fruto, peso del fruto, porcentaje de pulpa y cáscara, grosor de cáscara, grados Brix y rendimiento agrícola. El mejor rendimiento se obtuvo en la variedad amarilla-3 m x 3 m) con 10.406 kg/ha<sup>-1</sup>, sin embargo, el mayor número de frutos por planta se produjo en la combinación variedad amarilla-4 m x 5 m) con 83 frutos, además influyó en el diámetro del fruto, peso del fruto y porcentaje de pulpa. No se observó efecto de interacción en las combinaciones de tratamientos realizadas en la variable grados Brix, lo que puede atribuirse a las características de cada variedad.

**Palabras clave:**

Maracuyá, distancia de siembra, rendimiento agrícola

**ABSTRACT**

The objective of the experimental study was to evaluate the interaction effect of passion fruit varieties (yellow and purple) and planting distances (3 m between rows x 5 m between plants, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m and 3 m x 3 m), by measuring morpho-agroproductive parameters in fruit cultivation. The research was carried out in areas of the Santa Inés Farm, of the Faculty of Agricultural Sciences, Technical University of Machala, El Oro, Ecuador; and a completely randomized 2x4 fractional factorial experiment was used, with three repetitions, generating 24 experimental units (plots with an area of 90 m<sup>2</sup>). The variables evaluated were the number of flowers and fruits per plant, central diameter of the fruit, weight of the fruit, percentage of pulp and peel, thickness of the peel, Brix degrees and agricultural yield. The best yield was obtained in the yellow variety-3 m x 3 m) with 10,406 kg/ha<sup>-1</sup>, however, the highest number of fruits per plant was produced in the combination yellow variety-4 m x 5 m) with 83 fruits, it also influenced the diameter of the fruit, the weight of the fruit and the percentage of pulp. No interaction effect was observed in the combinations of treatments carried out in the Brix degrees' variable, which can be attributed to the characteristics of each variety.

**Keywords:**

Passion fruit, planting distance, agricultural yield.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad fundamental en la economía de un país e involucra el uso del área de un agro ecosistema para la producción de alimentos y materia prima necesaria para la humanidad. En la actualidad se fundamenta en una alta productividad, enfocada en obtener el mayor rendimiento por unidad de área, por ello, los diferentes cultivos que se utilicen (tubérculos, cereales, leguminosas, hortalizas, frutos, entre otros) necesitan de condiciones idóneas para expresar su máximo potencial genético y agronómico (Sarandón, 2020).

El consumo de frutas tropicales ha tenido un aumento en los mercados nacionales e internacionales debido a su alto valor nutricional y terapéutico. Estas frutas constituyen una oportunidad para que los productores locales accedan a mercados especiales donde los consumidores dan importancia al carácter exótico y a la presencia de nutrientes capaces de prevenir enfermedades degenerativas (Alves et al., 2008). Además de los nutrientes esenciales, la mayor parte de las frutas contienen cantidades considerables de micronutrientes, como minerales, fibras, vitaminas y compuestos fenólicos secundarios (Rufino et al., 2010).

Numerosas plantas del género *Passiflora* producen frutos comestibles y generalmente, se denomina como fruta de la pasión, se encuentran dentro de la Familia Passifloraceae, la cual registra alrededor de 450 especies, siendo *Passiflora edulis* Degener la principal especie (Caleño & Morales, 2019). Debido a la gran variabilidad morfológica que presenta *P. edulis*, su taxónomo diferenció las poblaciones de esta especie en función del color del fruto; y denominó a la población de frutos amarillos como *Passiflora edulis f. flavicarpa* (maracuyá amarillo) y los frutos de color púrpura como *Passiflora edulis Sims f. edulis* (maracuyá púrpura) (Li et al., 2011).

Además del predominio del maracuyá amarillo, los frutos de la variedad púrpura han tenido una gran demanda en el mercado internacional, principalmente en los países europeos, debido a que poseen algunos rasgos organolépticos que agradan a los consumidores, como una menor acidez y un aroma más fuerte (Araújo et al., 2017). Debido a las exigencias climáticas y las preferencias de la fruta en los mercados locales y mundiales, el maracuyá se cultiva sobre todo en zonas tropicales y subtropicales de África oriental (Kenia, Tanzania y Zimbabue), América Latina (Brasil, Colombia, Ecuador y Perú) y en gran medida en Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), donde el clima es cálido (Castillo et al., 2020). *Passiflora edulis f. edulis*, is growing, making it a promising species for farmers to grow in the highland tropics, to which it is adapted. However, research centers and private companies have done little to produce new high-yielding varieties. The objective of the present study, therefore, was to evaluate the agronomic and morphological characteristics of 50 passion fruit genotypes across two different elevations and agro-ecological sites as a base for germplasm enhancement. Three groups of genotypes were commercial cultivars (8 genotypes).

El cultivo del maracuyá en el Ecuador ocupa una extensa área sembrada, que abarca unos 10.000 pequeños y medianos productores. El precio de esta fruta no es regular, ya que, se presentan temporadas donde no se tiene suficiente producción y en otras, sobreproducción. La producción que se genera en el litoral ecuatoriano, mayoritariamente se encuentra destinada a fábricas extractoras de pulpa. Entre las principales zonas productoras hasta el año 2019 se encuentran Manabí, Santo Domingo De Los Tsáchilas y Los Ríos, con una producción de 15.029, 6.047 y 2.548 toneladas, respectivamente (Quito & García, 2021). La posición geográfica del país permite que la cosecha se realice en todos los meses del año, por tal motivo, el país se encuentra entre uno de los principales exportadores de jugo concentrado de esta fruta (Álvarez et al., 2018).

El manejo agronómico del maracuyá involucra todas las actividades agrícolas previas y post productivas; desde la obtención de semillas de calidad, selección y preparación del suelo, momentos oportunos de las labores agrícolas, diagnóstico y control de plagas, hasta la cosecha y comercialización. Una buena gestión agronómica incluye la planificación de las necesidades hídricas, control fitosanitario y una adecuada nutrición de las plantas (Zavaleta, 2016).

La densidad de siembra se vincula con el rendimiento y producción de los cultivos, está relacionada con el efecto de la competencia de otras especies vegetales e individuos de su misma especie y con la capacidad de una mayor o menor eficacia en la radiación solar (Zapata et al., 2021). El cultivo de maracuyá a distancias de siembra cortas se obtienen rendimientos mayores comparados con distancias de siembra mayores, sin embargo, al segundo año de producción, las producciones son similares, debido al exceso de masa foliar que se utiliza en distancias cortas (Cañizares & Jaramillo, 2016).

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de interacción de dos variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), mediante la medición de parámetros morfo-agroproductivos en el cultivo frutícola.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y caracterización del área experimental

El área experimental se encuentra ubicada en La Granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, a los 03° 17' 16" de latitud sur y 79° 54' 05" longitud Oeste, a una altitud de 5 msnm. Según los registros del INAMHI la zona se caracteriza por poseer una temperatura media anual de 25°C, precipitación media anual de 427 mm y heliofanía de 2 a 3 horas. El suelo pertenece al Orden Inceptisol y Suborden Ustepts, compuesto por material aluvial de piedemonte y fluvial, con buen drenaje y clase textural variable dependiendo de la profundidad del perfil, con una densidad aparente entre 1,34 y 1,64, con un

pH de ligeramente ácido a ligeramente básico, una conductividad eléctrica (CE) entre 0,10 y 0,26 y un bajo contenido de materia orgánica (MO) que fluctúa entre 0,02 y 2,2% (Villaseñor et al., 2015) (Tabla 1).

Tabla 1. Características del suelo en la Granja Santa Inés, Universidad Técnica de Machala.

Profundidad del perfil (cm)	Clase textural	Densidad Aparente (t)	pH (°)	CE (°)	MO (%)
0 – 20	Arenoso	1,64	6,8	0,26	2,20
20 – 32	Franco Limoso	1,56	7,4	0,15	1,10
32 – 48	Franco Limoso	1,34	7,1	0,10	0,02

Fuente: Villaseñor et al. (2015)

### Características de las variedades objeto de estudio en la investigación

**Passiflora edulis f. flavicarpa Degener (maracuyá amarillo).** El fruto es de forma globosa, siendo una baya, de un diámetro ecuatorial promedio de 7 a 8 cm, cuando alcanza la madurez fisiológica es de color amarillo intenso, con un peso de 130 a 150 g, su pericarpio es grueso, contiene alrededor de 200 a 300 semillas por frutos (Figura 1A). **Passiflora edulis Sims (maracuyá púrpura).** Sus frutos son ovalados, de tamaño pequeño en comparación con la variedad amarilla y semillas de color morado oscuro, con un peso de 90 a 110 g promedio, debido a que son frutos más pequeños, entre 5 a 6 cm de diámetro ecuatorial, sus flores son pequeñas de 4,5 cm a 6 cm, sus frutos maduran en un periodo de 60 a 80 días (Figura 1A) (Knight et al., 2006).



A



B

Figura 1. Frutos de maracuyá. A. Variedad amarilla. B. Variedad púrpura.

### Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un experimento factorial completo completamente al azar fraccionado 2x4, donde se generaron ocho combinaciones de tratamientos, en función de dos variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y cuatro distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), replicados tres veces y distribuidos de forma completamente al azar a nivel de todo el experimento, generando un total de 24 unidades o parcelas experimentales (10,0 m de largo x 9,0 m de ancho=90 m<sup>2</sup>) (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos objeto de estudio generados a partir de la interacción de los tratamientos de cada factor de estudio.

Tratamientos	Factor de estudio A (Variedades)	Factor de estudio B (Distancias de siembra) (entre hileras y entre plantas)	Combinación de tratamientos
1	Amarilla	3 m x 5 m	Amarilla – 3 m x 5 m
2	Amarilla	4 m x 3 m	Amarilla – 4 m x 3 m
3	Amarilla	4 m x 5 m	Amarilla – 4 m x 5 m
4	Amarilla	3 m x 3 m	Amarilla – 3 m x 3 m
5	Púrpura	3 m x 5 m	Púrpura – 3 m x 5 m
6	Púrpura	4 m x 3 m	Púrpura – 4 m x 3 m
7	Púrpura	4 m x 5 m	Púrpura – 4 m x 5 m
8	Púrpura	3 m x 3 m	Púrpura – 3 m x 3 m

### Manejo del ensayo

La preparación del suelo inició con anticipación al trasplante de las plántulas en campo, actividad realizada simultáneamente con el desarrollo de las plántulas en vivero. En la pregerminación de las semillas se seleccionaron frutos de las variedades amarilla y púrpura, extrayéndose las semillas de mejor viabilidad agronómica, las cuales fueron sembradas en bandejas germinadoras. Posteriormente, las plántulas emergidas se trasplantaron a fundas de polietileno para vivero, el sustrato utilizado fue en proporciones de 50% suelo de clase textural franco arcilloso, 35% cáscara de cacao y café, 15% aserrín, desinfectado con formol de solución al 1%, evitándose la presencia de hongos fitopatógenos que puedan afectar el crecimiento de las plántulas. El trasplante de las plantas en campo se realizó después de 45 días de la siembra en bandejas germinadoras, se incorporaron 40 g de vermicompost en el sitio final de plantación. El riego se efectuó con una frecuencia de tres veces a la semana, y se mantuvo el suelo en capacidad de campo. Se aplicó una solución a base de ají y ajo como control preventivo contra la hormiga arriera (*Atta cephalotes* Linnaeus, 1758) y cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa, 1835). Se realizó una poda de formación (corte axilar de yemas y brotes) y se dejó un tallo por planta; en los cortes realizados se aplicó una solución a base de fungicida y fertilizante foliar, para evitar la afectación por hongos y alcanzar la estimulación del desarrollo vegetativo.

### Variables a evaluar y recolección de datos

Se midieron parámetros morfológicos (flores por planta, frutos por planta y diámetro ecuatorial del fruto) y agronómicos (peso del fruto, porcentaje de pulpa, porcentaje de cáscara, grados Brix, rendimiento por kg/planta<sup>-1</sup> y kg/ha<sup>-1</sup>). Los datos de la variable flores por planta se registró desde el inicio de la floración hasta 110 días después. El

número de frutos por planta se contabilizó en cada tratamiento y se obtuvo la media de la cantidad de frutos por planta. Mediante el uso de una balanza digital se llevó a cabo el peso de los frutos evaluados de cada tratamiento. Los datos del diámetro del fruto se realizaron mediante el uso de un calibrador registrando el promedio de esta variable en cada uno de los tratamientos. El porcentaje de pulpa y cáscara se procedió a retirar la pulpa contenida en el interior del fruto, mediante el uso de una balanza anotar el peso de la misma y a través de una regla de tres  $\%pulpa = (\text{peso de pulpa} \times 100 / \text{peso total del fruto})$  determinando el porcentaje correspondiente en relación al peso total del fruto. Al momento de la cosecha se evaluó los grados Brix del fruto con el empleo de un refractómetro manual, mediante presión mecánica sobre la pulpa se extrajo gotas del jugo del maracuyá, las mismas que fueron puestas sobre el lector del equipo; y posteriormente hacer registro del valor observado. El rendimiento agrícola se calculó a partir de las siguientes fórmulas:  $\text{Rendimiento kg/planta}^{-1} = \text{Frutos por planta} \times \text{Peso del fruto en kg}$ ,  $\text{Rendimiento kg/ha}^{-1} = \text{Frutos por planta} \times \text{Peso del fruto en kg} \times \text{Unidad de manejo}$ .

### Procedimiento estadístico

Para determinar la presencia o no de efecto de interacción entre las dos variedades (amarilla y púrpura) y las distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m) en relación al número de flores y fruto por planta, peso de la fruta, diámetro ecuatorial del fruto, porcentaje de pulpa y cáscara, rendimiento  $\text{kg/planta}^{-1}$  y  $\text{kg/ha}^{-1}$ , se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) factorial intergrupos, previo cumplimiento de los supuestos del modelo lineal no aditivo empleado. De presentarse efecto de interacción entre las combinaciones de tratamientos estudiadas, en función de cada variable analizada, se realizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (prueba post-hoc), para establecer entre cual o cuales se encuentran diferencias o similitudes. Para la representación de los resultados se usaron gráficos de barras simples. El procesamiento de los datos obtenidos se realizó con la utilización del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba estadística muestra que en el número de flores por planta se presenta efecto de interacción entre las variedades y distancias de siembra, debido a que se obtuvo un  $p\text{-valor}=0,008$ ; menor a 0,05; evidenciándose que, la cantidad de flores por planta de maracuyá se encuentra influenciada por el material genético que se utilice y por la densidad de población (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de efectos intergrupos para el número de flores por planta en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	79987,474	7	11426,782	439,336	0,000
Intersección	1737708,008	1	1737708,008	66811,279	0,000
Var-DS	320,627	3	106,876	4,109	0,008
Error	4161,472	160	26,009		
Total	1865843,000	168			

Nota: Var-DS=variedad-densidad de siembra

El tratamiento 2 (variedad amarilla-4 m entre hileras x 3 m entre plantas) presentó el mayor valor en comparación con el resto de combinaciones de tratamientos, con una media de 127 flores por planta, sin diferencias estadística con el T4 (amarilla-3 m x 3 m con 125 flores por planta) y T3 (amarilla-4 m x 5 m con 124 flores por planta), sin embargo, diferente estadísticamente a T1 (amarilla-3 m x 5 m con 122 flores por planta), T8 (púrpura-3 m x 3 m con 85 flores por planta), T7 (púrpura-4 m x 5 m con 82 flores por planta), T6 (púrpura-4 m x 3 m con 80 flores por planta) y T5 (púrpura-3 m x 5 m con 77 flores por planta), en el cual, se obtuvo el menor valor, entre todas las combinaciones (Figura 2). La respuesta del cultivo de maracuyá a la floración se encuentra mayormente influenciada por el tipo de variedad utilizada y en menor medida por la densidad de plantas que se utilice.

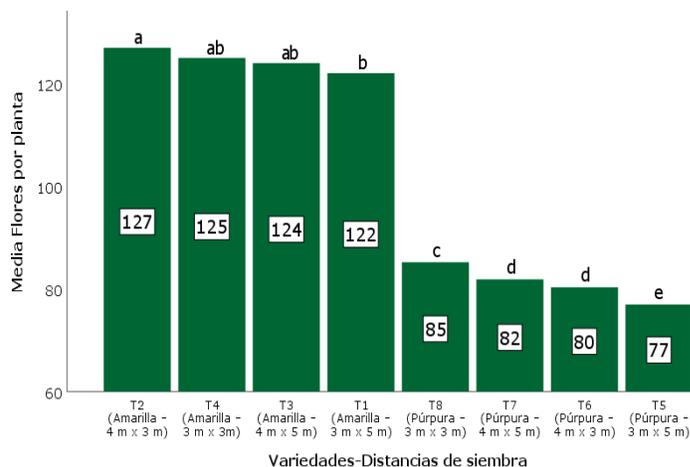


Figura 2. Efecto de las combinaciones de variedades de maracuyá y distancias de siembra en el número de flores por planta

El resultado obtenido en el T1 (amarilla-3 m x 5 m con 122 flores por planta) en el presente estudio, difiere con lo obtenido por Pereira (2015), que registró una media de 321 flores por planta, valor influenciado por la dosis de fertilización.

En relación con el número de frutos por planta se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que las combinaciones de las variedades y las distancias de siembra, presentan influencia en el número de frutos por planta (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de efectos intergrupos para el número de frutos por planta en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	71213,030	7	10173,290	497,845	0,000
Intersección	519204,667	1	519204,667	25408,071	0,000

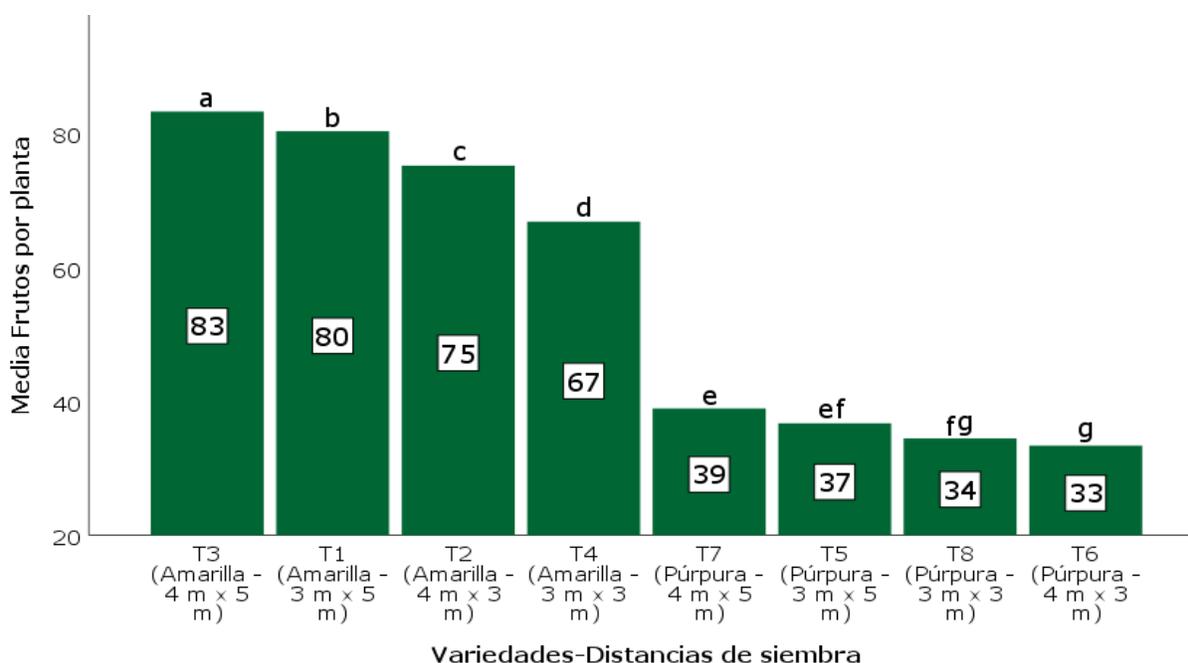


Figura 3. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el número de frutos por planta

La prueba estadística muestra que en el diámetro del fruto se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el diámetro ecuatorial del fruto es diferente estadísticamente (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de efectos intergrupos para el diámetro ecuatorial del fruto en cada combinación de tratamiento formada

Var-DS	1026,251	3	342,084	16,740	0,000
Error	3269,542	160	20,435		
Total	594632,000	168			

Los resultados obtenidos en los frutos por planta (Figura 3), muestran que el T6 obtuvo el menor valor con una media de 33 frutos, sin diferencias estadísticas con los T8 (34 frutos por planta), T5 (37 frutos por planta) y T7 (39 frutos por planta) que se comportan de manera similar conformándose los mismos subconjuntos homogéneos, pero diferente estadísticamente al T3 (83 frutos por planta) y T1 (80 frutos por planta) que alcanzaron los mayores valores con una media de 83 y 80 frutos por planta, siguiéndole en orden decreciente las combinaciones de tratamientos T2 y T4. Arias et al. (2014), en la combinación de tratamiento T4 registraron un promedio de 88 frutos por planta, el cual es mayor a los 67 frutos por planta obtenido en el experimento.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	61,549	7	8,793	45,591	0,000
Intersección	13923,267	1	13923,267	72192,872	0,000
Var-DS	6,129	3	2,043	10,593	0,000
Error	44,744	232	0,193		
Total	14029,560	240			

Las combinaciones de tratamiento T4 y T2 obtuvieron los valores más bajos en función del diámetro ecuatorial del fruto, mostrando una igualdad estadística con una media

de 7,0 cm; siguiéndole en orden creciente los tratamientos T8 y T6. Los tratamientos T3 y T7 obtuvieron los mayores valores con una media de 8,6 y 8,1 cm, diferente estadísticamente al resto de combinaciones de tratamientos estudiadas (Figura 4). Estos resultados difieren de Guerra et al. (2013), quienes alcanzaron un diámetro de fruto de 8,25 cm; donde la variedad amarilla fue sembrada a una distancia de 3m x 3m, valor superior a lo obtenido en el T4.

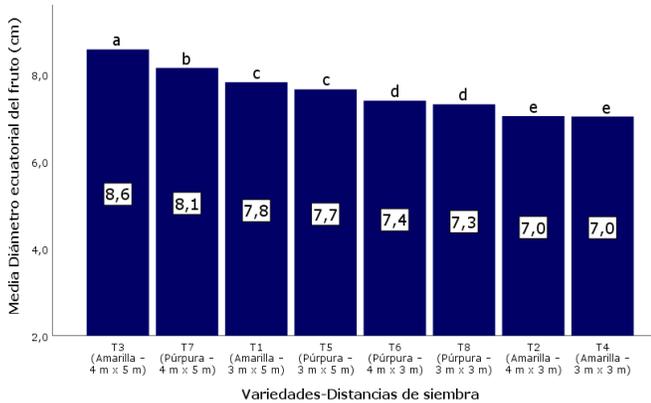


Figura 4. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el diámetro ecuatorial del fruto

La prueba estadística muestra que en el peso del fruto se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el peso del fruto es diferente estadísticamente (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de efectos intergrupos para el peso del fruto en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	9963,945	7	1423,421	98,783	0,000
Intersección	5078503,173	1	5078503,173	352440,510	0,000
Var-DS	509,610	3	169,870	11,789	0,000
Error	3343,012	232	14,410		
Total	5091810,130	240			

Las combinaciones de tratamientos T2, T6, T4 y T8 mostraron un comportamiento similar agrupándose en el mismo subconjunto homogéneo, obteniendo los menores valores en función de la variable peso del fruto, pero diferente estadísticamente al T8 que presentó el mayor valor con una media de 158,8 g; siguiéndole en orden decreciente al T7 y T1 (Figura 5). El T5 obtenido con una media de 143,1 g difieren de Zapata et al. (2021), quienes registraron un peso de 157,5 g; superior a lo obtenido en el experimento.

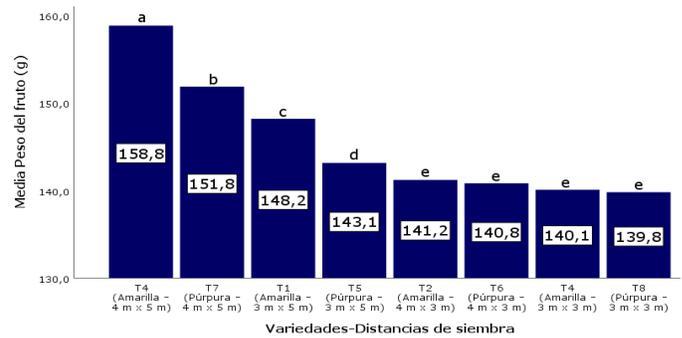


Figura 5. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el peso del fruto

La prueba estadística muestra que en el porcentaje de pulpa se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,016; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el porcentaje de pulpa es diferente estadísticamente (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de efectos intergrupos para el porcentaje de pulpa en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	3669,459	7	524,208	50,357	0,000
Intersección	647849,755	1	647849,755	62234,894	0,000
Var-DS	110,206	3	36,735	3,529	0,016
Error	2415,062	232	10,410		
Total	653934,276	240			

Los resultados obtenidos en el porcentaje de pulpa (Figura 6), muestran que el T3 obtuvo el mayor valor con una media de 57,99%, diferente estadísticamente al resto de combinaciones de tratamientos, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T1, T7 y T2; los tratamientos T6 y T8 mostraron los menores valores con una media de 47,10 y 46,61 % respectivamente, agrupándose en el mismo subconjunto homogéneo. El T1 obtenido en el experimento con una media de un 56,13 % es superior a lo alcanzado por Álvarez et al. (2018) que registraron un valor del 46% en el porcentaje de pulpa.

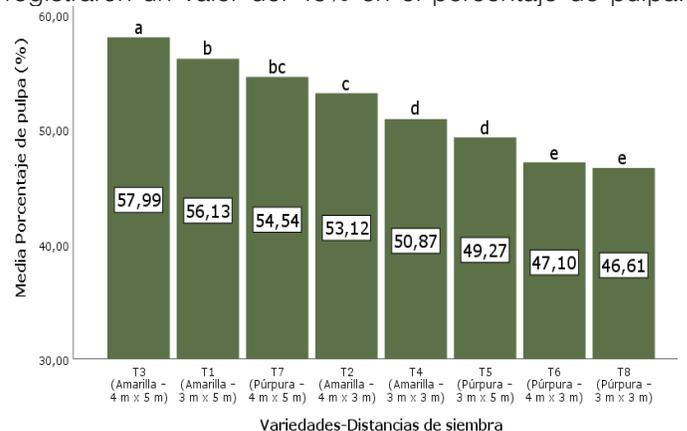


Figura 6. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el porcentaje de pulpa

La prueba estadística muestra que en el porcentaje de cáscara se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,016; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el porcentaje de cáscara es diferente estadísticamente (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de efectos intergrupos para el porcentaje de cáscara en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	3669,459	7	524,208	50,357	0,000
Intersección	553985,755	1	553985,755	53217,963	0,000
Var-DS	110,206	3	36,735	3,529	0,016
Error	2415,062	232	10,410		
Total	560070,276	240			

Los tratamientos T8 y T6 con una media del 53,39 y 52,90 % respectivamente, obtuvieron los mayores valores en función del porcentaje de cáscara, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T5 y T4 que se comportan de manera similar conformando el mismo subconjunto homogéneo, pero diferente estadísticamente a los tratamientos T1 y T3 que presentaron los menores valores (Figura 7).

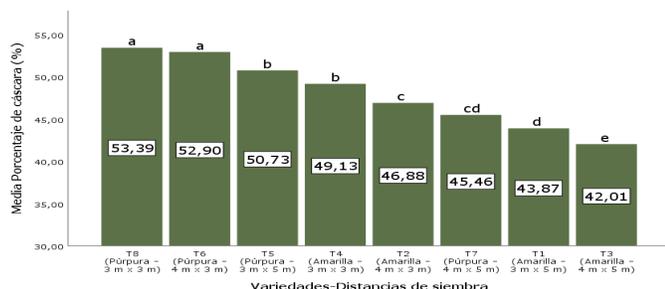


Figura 7. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el porcentaje de cáscara

La prueba estadística muestra que en el grosor de cáscara se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,014; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el grosor de cáscara es diferente estadísticamente (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de efectos intergrupos para el grosor de cáscara en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	0,957	7	0,137	16,266	0,000
Intersección	46,720	1	46,720	5560,111	0,000
Var-DS	0,091	3	0,030	3,618	0,014
Error	1,949	232	0,008		
Total	49,626	240			

Los resultados obtenidos en la variable grosor de cáscara (Figura 8), muestran que el T4, T5 y T2 presentaron valores intermedios, se comportan de manera similar conformando el mismo subconjunto homogéneo, pero diferente estadísticamente a los tratamientos T8, T6 y T7 que obtuvieron los mayores valores (0,52 cm, 0,49 cm y 0,47 cm) y los tratamientos T1 y T3 que alcanzaron los menores valores, con una igualdad estadística de 0,46 cm. El T1 con una media de 0,34 cm difiere de los resultados obtenidos por Zapata et al. (2021), que registraron una media de 0,6 cm; valor superior a lo obtenido en el experimento.

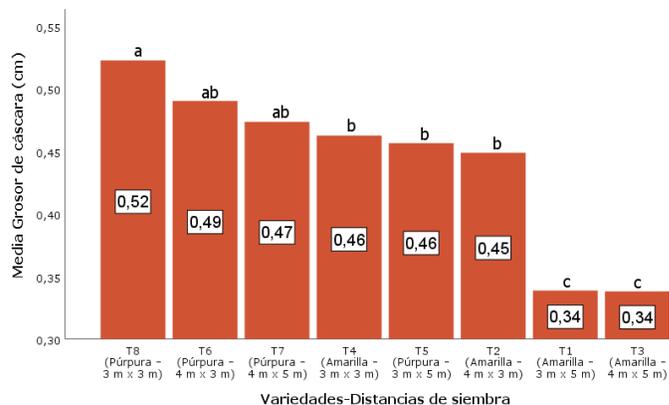


Figura 8. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el grosor de cáscara

La prueba estadística muestra que en los grados Brix no se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,898; mayor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, los grados Brix son similares estadísticamente (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de efectos intergrupos para los grados Brix en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	131,841	7	18,834	17,018	0,000
Intersección	51245,453	1	51245,453	46302,873	0,000
Var-DS	0,656	3	0,219	0,197	0,898
Error	256,765	232	1,107		
Total	51634,058	240			

En la variable grados Brix (Figura 9), la variedad amarilla presentó un mayor valor con 15,3 Brix, estadísticamente diferente a la variedad púrpura que mostró un valor de 13,9 Brix, las combinaciones realizadas entre las variedades y las diferentes distancias de siembra no influyó en los resultados de esta variable, lo que puede atribuirse a la adaptabilidad de las variedades a las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento. Las diferentes interacciones realizadas en las variedades y distancias

de siembra no interfirieron de forma directa en los resultados, ya que los estados de madurez en cosecha determinan los valores de grados Brix en el fruto. Los resultados obtenidos de la variedad amarilla (15,3 Brix) es superior a lo demostrado por Bueno de Godoy et al. (2007), que registraron una media de 15,0 Brix. La media de grados Brix (13,9) de la variedad púrpura obtenida en el experimento es inferior a lo alcanzado por Pinzón et al. (2007), que registro una media de 15,91 Brix.

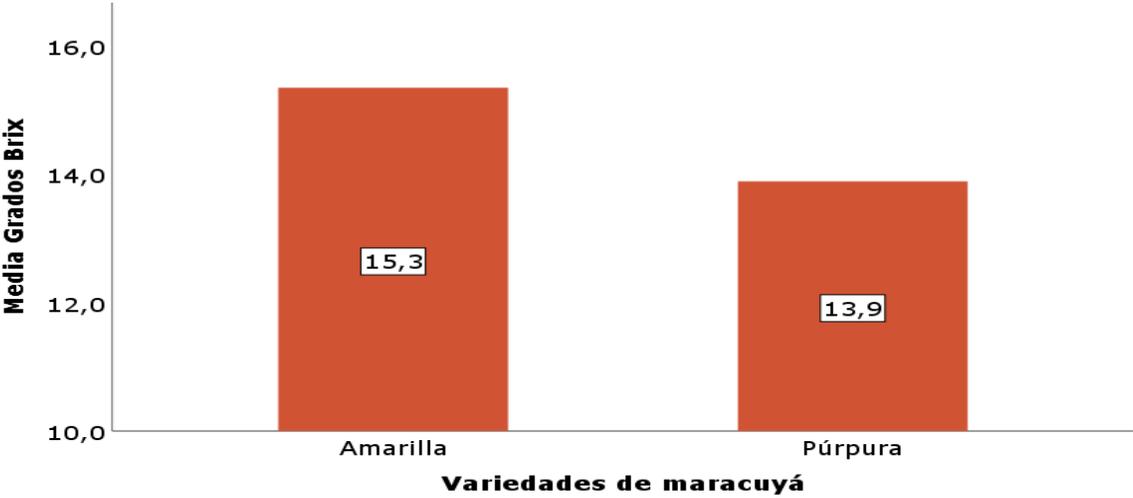


Figura 9. Resultados de los grados Brix en ambas variedades

La prueba estadística muestra que en el rendimiento  $\text{kg/planta}^{-1}$  se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un  $p\text{-valor}=0,044$ ; menor a 0,05 evidenciándose que,

en cada combinación de tratamiento formada, el rendimiento  $\text{kg/planta}^{-1}$  es diferente estadísticamente (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de efectos intergrupos para el rendimiento  $\text{kg/planta}^{-1}$  en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	210,952	7	30,136	88,074	0,000
Intersección	1547,381	1	1547,381	4522,302	0,000
Var-DS	3,467	3	1,156	3,377	0,044
Error	5,475	16	0,342		
Total	1763,808	24			

Los resultados obtenidos en el rendimiento  $\text{kg/planta}^{-1}$  (Figura 10), muestran que los tratamientos T7, T5, T8 y T6 registraron los menores valores, se comportan de manera similar conformando los mismos subconjuntos homogéneos, sin diferencias estadísticas significativas, sin embargo, diferente estadísticamente a los tratamientos T1 y T3 que alcanzaron los mayores valores con una media de 11,91 y 11,65  $\text{kg/planta}^{-1}$  respectivamente, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T2 y T4. La mayor media (11,91) obtenida en el experimento del T1, difiere a lo obtenido por Álvarez et al. (2018), que registraron un rendimiento de 21,10  $\text{kg/planta}^{-1}$ , valor influenciado por la aplicación de fuentes nitrogenadas que aportan al rendimiento agrícola.

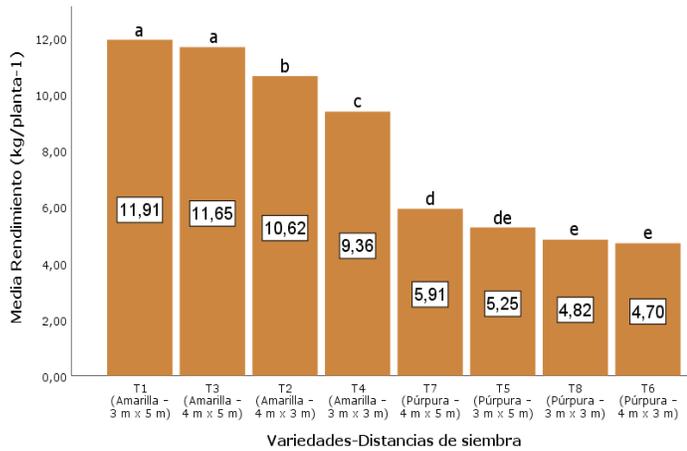


Figura 10. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación al rendimiento kg/planta<sup>-1</sup>

La prueba estadística muestra que en el rendimiento kg/ha<sup>-1</sup> se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el rendimiento kg/ha<sup>-1</sup> es diferente estadísticamente (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba de efectos intergrupos para el rendimiento kg/ha<sup>-1</sup> en cada combinación de tratamiento formada

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	154620886,802	7	22088698,115	207,907	0,000
Intersección	891399731,873	1	891399731,873	8390,17	0,000
Var-DS	4544002,929	3	1514667,643	14,257	0,000
Error	1699892,789	16	106243,299		
Total	1047720511,464	24			

Las combinaciones de tratamiento T6, T5 y T7 mostraron los menores valores en función de la variable rendimiento kg/ha<sup>-1</sup>, se comportan de manera similar conformando los mismos subconjuntos homogéneos, pero diferente estadísticamente al tratamiento T<sup>4</sup> que alcanzó una media de 10.405 kg/ha<sup>-1</sup>, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T<sup>2</sup> y T<sup>1</sup> (Figura 11). El resultado obtenido en el T<sup>1</sup> (7.939 kg/planta<sup>-1</sup>) difiere de lo obtenido por Álvarez et al. (2018), que registro un rendimiento de 14.075 kg/ha<sup>-1</sup>, valor influenciado por la fertilización realizada a base de fuentes nitrogenadas.

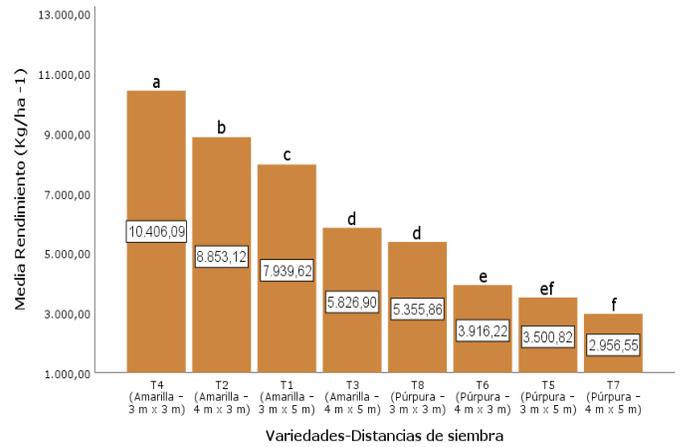


Figura 11. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación al rendimiento kg/ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES

La combinación de variedades de maracuyá y distancias de siembra presentaron efecto de interacción significativo en relación con las variables morfo-agroproductivas (flores y frutos por planta, diámetro ecuatorial del fruto, peso del fruto, grosor de cáscara, porcentaje de pulpa y cáscara, grados Brix y rendimiento agrícola). En la variedad de maracuyá amarilla alcanzó el mejor resultado, con distancias de siembra estrechas (3 m entre hileras x 3 m entre plantas), que generan una alta producción derivado del incremento de la cantidad de plantas por área cultivada, sin embargo, se aprecia afectaciones en la calidad, ya que, el peso de frutos, mientras que en distanciamientos de siembra más separados (4 m entre hileras x 5 m entre plantas) la calidad del fruto no sufre afectaciones, favoreciéndose sus cualidades para consumo y exportación. La distancia de siembra influyó en el rendimiento agrícola en ambas variedades, derivado del incremento del número de plantas por área cultivada, obteniéndose una mayor cantidad de frutos a la medida que se redujo la distancia de plantación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, H., Pionce, J., Catro, J., Viera, W., & Sotomayor, A. (2018). Densidades poblacionales y fertilización nitrogenada en maracuyá. Ecuador es calidad: Revista Científica Ecuatoriana, 5, 1-6. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5317>.
- Alves, R. E., De Brito, E. S., Rufino, M. S. M., & Sampaio, C. G. (2008). Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. Acta Horticulturae, 773, 299-305. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.773.45>.

- Araújo, L. da S., Costa, E. M. R., Soares, T. L., Santos, I. S. Dos, & Jesus, O. N. De. (2017). Effect of time and storage conditions on the physical and physico-chemical characteristics of the pulp of yellow and purple passion fruit. *Food Science and Technology*, 37(3), 500-506. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.20616>.
- Arias, J. C., Ocampo, J. A., & Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73-83. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14200>.
- Bueno de Godoy, R. C., da Silva Ledo, C. A., Pereira dos santos, A., Santiago, E. L., de Almedia, A., & Wasczynskyj, N. (2007). Diversidade genética entre acessos de maracujazeiro amarelo avaliada pelas características físico-químicas dos frutos. *Revista Ceres*, 54(316), 54-547. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226804008>.
- Caleño, B. L., & Morales, G. (2019). Propagación asexual de especies endémicas y amenazadas del género *Passiflora* en los Andes colombianos. *Colombia forestal*, 22(2), 67-82. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14302>.
- Cañizares, A., & Jaramillo, E. (2016). El cultivo de la Maracuyá en Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6894>.
- Castillo, N. R., Ambachew, D., Melgarejo, L. M., & Blair, M. W. (2020). Morphological and agronomic variability among cultivars, landraces, and genebank accessions of purple passion fruit, *passiflora edulis* f. *edulis*. *HortScience*, 55(6), 768-777. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14553-19>.
- Guerra, D. D., Hermann, H. T., & Rojas, L. (2013). Rendimiento Y Calidad De La Fruta Del Maracuyá Amarillo (*Passiflora Edulis* Fo. *Flavicarpa* O. Deg.) En Respuesta a La Combinación Del Riego Y La Fertilización. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 12, 109-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231130851013>
- Knight, R. J., Sauls, J. W., Balerdi, C. F., & Crane, J. H. (2006). Maracuya o Parchita en Florida. *Edis*, 7, 1-5. <https://doi.org/10.32473/edis-hs295-2005>.
- Li, H., Zhou, P., Yang, Q., Shen, Y., Deng, J., Li, L., & Zhao, D. (2011). Comparative studies on anxiolytic activities and flavonoid compositions of *Passiflora edulis* «*edulis*» and *Passiflora edulis* «*flavicarpa*». *Journal of Ethnopharmacology*, 133(3), 1085-1090. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.039>.
- Pereira, V. (2015). Estudio a la aplicación de tres frecuencias y dos dosis de N-P-K más una fórmula de fertilizante foliar en el cultivo de maracuyá. En (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7384>
- Pinzón, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95. [http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100010&script=sci_arttext).
- Quito, E. P., & García, S. (2021). Economic and Productive Evaluation in Passion Fruit Production, Zone Vega Rivera, El Oro/Evaluación productiva y económica en la producción de maracuyá, zona Vega Rivera. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(2), 86-94. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v30n2/2071-0054-rcta-30-02-e09.pdf>
- Rufino, M. do S., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez Jiménez, J., Saura Calixto, F., & Mancini Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996-1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Sarandón, S. (2020). El papel de la agricultura en la transformación Social-Ecológica de América Latina. *Cuadernos De Transformación*, 11, 1-46. [https://www.researchgate.net/publication/345777972\\_El\\_papel\\_de\\_la\\_agricultura\\_en\\_la\\_transformacion\\_social-ecologica\\_de\\_America\\_Latina](https://www.researchgate.net/publication/345777972_El_papel_de_la_agricultura_en_la_transformacion_social-ecologica_de_America_Latina).
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Revista Científica Cumbres*, 1(2), 28-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n2a5>.
- Zapata Pinto, M., Estrada Rivera, K., Peña Venegas, R., & Fernández Lizarazo, J. (2021). Rendimiento del maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) bajo tres densidades de siembra en la Orinoquía colombiana. *Producción agrícola de la Orinoquía colombiana: investigación aplicada*, 38-47. <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/89>.
- Zavaleta, B. (2016). Manejo Agronómico de Maracuyá Amarillo *Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa* en Conache, Laredo-Trujillo. (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3130>.

## LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS: PROPUESTA DE ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

WATER POLLUTION: PROPOSAL OF ACTIVITIES TO DEVELOP ENVIRONMENTAL EDUCATION

Danay Domínguez Pacheco<sup>1</sup>

Email: [ddpacheco@ucf.edu.cu](mailto:ddpacheco@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7652-3903>

Yamirka Suárez Sánchez<sup>1</sup>

Email: [yssuarez@ucf.edu.cu](mailto:yssuarez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8017-2950>

Yaite Rodríguez Lence<sup>1</sup>

Email: [yrvence@ucf.edu.cu](mailto:yrvence@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8719-5028>

<sup>1</sup>Universidad de Cienfuegos

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Domínguez Pacheco, D., Suárez Sánchez, Y., Rodríguez Lence, Y. (2022). La Contaminación de las aguas: Propuesta de actividades para desarrollar la Educación Ambiental. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 80-87. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

El trabajo corresponde a la investigación pedagógica que se desarrolla en el Ciclo Corto, de la carrera de Geografía en la Universidad de Cienfuegos. En el mismo se fundamenta la relación de la educación ambiental con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Geografía Física, además de la fundamentación de la propuesta de actividades a desarrollar. En ellas se tratan conocimientos ambientalistas actualizados sobre el tema, que pueden contribuir eficazmente a la formación de actitudes positivas en los estudiantes de este nivel de enseñanza, con relación al cuidado y protección de las aguas, se aprovechan las potencialidades que para ello brinda la escuela cubana contemporánea. Se analizan los resultados de la aplicación de la propuesta, que permitió elevar el nivel de preparación de los estudiantes y corroborar la factibilidad de la misma.

### Palabras claves:

Actividades, educación ambiental, proceso de enseñanza-aprendizaje, medio ambiente.

### ABSTRACT

The work corresponds to the pedagogical research that takes place in the Short Cycle of the Geography career at the University of Cienfuegos. In it, the relationship of environmental education with the teaching-learning process of the Physical Geography Discipline is based, in addition to the foundation of the proposal of activities to be developed. They deal with updated environmental knowledge on the subject, which can effectively contribute to the formation of positive attitudes in students of this level of education, in relation to the care and protection of water, taking advantage of the potential that the Cuban school provides for this contemporary times. The results of the application of the proposal are analyzed, which allowed raising the level of preparation of the students and corroborating its feasibility.

### Keywords:

Activities, environmental education, teaching-learning process, environment.

## INTRODUCCIÓN

La protección del Medio Ambiente se ha convertido en uno de los problemas más analizados de la actualidad y de cuya correcta solución depende en gran medida la existencia de la humanidad. Las sociedades de consumo nacieron de las antiguas metrópolis coloniales y de políticas imperiales que engendran el atraso y la pobreza que hoy sufre la humanidad. El Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, reunido en Río de Janeiro, Brasil (2012), señala que la educación ambiental para el desarrollo es crucial en todos los niveles y para todas las personas, así como el mantenimiento de un desarrollo sostenido del mundo. "Cuanto mayor sea el conocimiento en manos de personas educadas y capaces de comprender la información, mayor es la posibilidad de reducir el deterioro ambiental y prevenir futuros problemas. Por ello, existe la urgente necesidad de acentuar en países, especialmente en los menos desarrollados, un sistema educativo como un prerrequisito para la educación ambiental y el desarrollo".

En nuestro país existe una política sobre el Medio Ambiente bien concreto y administrado que se expresa en los documentos del Partido (2017), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2016), en la Constitución de la República (2018) en el Título V. Derechos, deberes y garantías, Capítulo II artículo 75 y Capítulo IV artículo 90. También se expresa en los planes de estudio y programas de las diferentes enseñanzas de nuestro país, evidencia de ello es el programa de la Disciplina Geografía Física Básica (2018) que se plantea entre sus objetivos: Valorar la importancia de las diferentes esferas que integran la envoltura geográfica en función del desarrollo de convicciones relacionadas con el amor y la protección del medio ambiente; analizar la situación ambiental a diferentes escalas, las causas fundamentales que las provocan, que permitan la toma de conciencia de la posición que deben adoptar para la solución de esos problemas.

La contaminación de las aguas es uno de los problemas medioambientales que afectan al planeta y a Cuba, declarado así en la Estrategia Ambiental Nacional (2016). Esta vez en una sola estrategia se conciben 11 programas, entre los que se encuentra el Programa Nacional de Educación Ambiental, dos planes: el Plan 2014- 2020 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y el Plan de acción para productos químicos y desechos de alto impacto, así como dos directivas: Directiva para el Enfrentamiento al Cambio Climático 2016-2020 y la Directiva 1 del Consejo de Defensa Nacional. Los programas restantes están dirigidos al mejoramiento y conservación de suelos, el desarrollo hidráulico, la política forestal, la protección, conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, la erradicación de fuentes contaminantes que afectan fuentes de abasto de agua, el enfrentamiento a la contaminación de las bahías, la higiene y la calidad ambiental, la eliminación de sustancias agotadoras de la capa de

ozono, el desarrollo de la energía renovable, la lucha contra la desertificación y la sequía.

En Cienfuegos, los servicios provinciales de agua potable están afectados por limitación en los tiempos promedios y en la vigilancia de la calidad del abasto, así como por salideros, lo que compromete la situación higiénico-sanitaria.

A esto se le suma la innegable responsabilidad de la escuela, la familia y la comunidad en la protección del medio ambiente.

## DESARROLLO

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Ministerio de Educación (MINED) realizaron Precisiones para la Dirección del Proceso Docente Educativo (2002), en él se certificó la introducción de la dimensión ambiental en todas las enseñanzas de la Educación General Politécnica y Laboral, a partir de las potencialidades de todas las disciplinas y mediante actividades dentro y fuera del aula.

Para el desarrollo de la educación ambiental la disciplina de Geografía en sus contenidos refleja el escenario idóneo y así lo evidencia en los diferentes niveles de la enseñanza. En la Geografía Física Básica II se aborda los contenidos relacionados con el aprovechamiento racional de los recursos hídricos en el Tema II Hidrosfera y en las últimas clases de dicho tema se manifiesta con mayor solidez la política estatal ambiental cubana, como se muestra en sus objetivos:

- Valorar los objetos, procesos y fenómenos físico-geográficos que se manifiestan en la envoltura geográfica en función del desarrollo de convicciones relacionadas con el amor y la protección del Medio Ambiente, la Tarea Vida y la necesidad de alcanzar un desarrollo sustentable.

La educación ambiental en el proceso de enseñanza aprendizaje es de vital importancia, debido a que esta facilita la conservación del vínculo sociedad naturaleza, con el propósito de adquirir una visión del mundo que impulse la participación social en el mejoramiento y control del medio ambiente, por lo que tenemos que ser capaces de crear una conciencia en la problemática medio ambiental actual para transformar los valores de nuestros estudiantes y que estos tomen posición y conciencia de la necesidad de proteger a la naturaleza, conozcan la importancia de la educación ambiental y así favorece la cultura general integral de sus futuros educandos.

Por tanto, en nuestro sistema educacional, la educación ambiental tiene privilegios en el proceso de formación de la concepción científica del mundo y de las relaciones del hombre con la naturaleza al tener en cuenta el concepto de desarrollo de una cultura ambiental donde se actúe localmente, pero pensando globalmente.

Todos estos criterios sobre educación ambiental ayudan a elevar la cultura en nuestros estudiantes, a pesar que este tema se aborde desde edades tempranas, enseñanza primaria, secundaria básica y continúe en el preuniversitario, hoy existen dificultades en cuanto al conocimiento de los estudiantes sobre ¿Cómo cuidar el medio ambiente? y su importancia, para lograr un verdadero equilibrio entre la naturaleza y la sociedad.

En el Diccionario de Términos Geográficos (2012), se define la educación ambiental como: el proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y aptitudes, y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible.

Contribuir al desarrollo sostenible desde la educación significa asumir una perspectiva más crítica, analítica y participativa, donde el sujeto tenga una posición activa frente al conocimiento y sea capaz de generar cambios en la vida actual sin comprometer las condiciones de las generaciones futuras.

De ahí que se proponen actividades para contribuir al desarrollo de la educación ambiental de los estudiantes en relación al cuidado y protección de las aguas.

Las actividades que se proponen responden al conocimiento de la realidad ambiental, a la identificación de los problemas medioambientales desde la asignatura Geografía Física Básica II relacionados con dicha temática, a la comprensión histórica del problema, al desarrollo de una educación ambiental y que posea un carácter educativo, creativo, dinámico, flexible y participativo, por lo que activa el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En su determinación se consideró que el factor esencial a transformar, es el proceso de educación ambiental con énfasis en evitar la contaminación de las aguas, de manera que constituye una necesidad explorar la forma de pensar de los implicados, para que se involucren desde la comprensión, proyección y desarrollo de la transformación del objeto sobre el cual se va a incidir.

En las actividades se tratan conocimientos ambientalistas actualizados y sobre este tema pueden contribuir eficazmente a la formación de actitudes positivas en los estudiantes de este nivel de enseñanza, con relación al cuidado y protección de las aguas, aprovechando las potencialidades que para ello brinda la escuela cubana contemporánea.

Hemos considerado también el papel que se le da a la educación ambiental en los programas, libros de textos y orientaciones metodológicas del programa de la asignatura, así como los objetivos del modelo del profesional, del programa y tema.

El autor de esta investigación asume lo planteado por Leontiev (1981) que define la actividad como el proceso

de interacción sujeto-objeto, dirigido a la satisfacción de las necesidades del sujeto, como resultado del cual se produce una transformación del objeto y del propio sujeto.

Desde el punto de vista pedagógico distinguimos la necesidad de una propuesta de actividades, cuyo punto de partida sea el análisis de la práctica relacionada con la contaminación de las aguas, de manera que posibilite la relación de los escolares con determinados objetos reales en el contexto local.

En el plano psicológico la propuesta se respalda en los postulados de L.S. Vygotsky (1978) ya que no solo está dirigida al nivel actual de desarrollo, sino a la ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO, pensando en cómo el escolar debe comportarse a favor del medio ambiente. Las actividades que aquí se muestran ponen al escolar en contacto con el mundo que le rodea.

Desde el punto de vista filosófico está concebido desde la perspectiva dialéctica materialista del nexo causa-efecto (Tinta, 2015); así pues, no es posible para el sujeto adoptar una actitud responsable ante los problemas del medio ambiente si no se tiene conciencia de ellos y la conciencia es precisamente un reflejo subjetivo de la realidad objetiva que surge como resultado de la interacción del sujeto con una parte limitada de la realidad.

Dichas actividades, constituyen una fuente más de influencias instructivas y educativas para los estudiantes, estos deben participar en las actividades con un conocimiento previo de los objetivos de las mismas, para la cual deben estar dispuestos en cómo comunicar las experiencias obtenidas en ellas, con sus compañeros de aula.

Se distinguen en la propuesta los siguientes aspectos esenciales:

- La propuesta de actividades contribuye a la formación de las bases de la concepción científica del mundo en los estudiantes.
- Favorecen la independencia cognoscitiva, la creatividad de los estudiantes y el vínculo del estudiante con la comunidad.
- Las actividades se concibieron de forma tal que sean dinámicas, abiertas, enriquecedoras y que motiven la participación de los estudiantes.
- Las actividades deben elaborarse de modo tal que se aumente progresivamente su grado de complejidad y de dificultad para propiciar el desarrollo de las habilidades previstas.

Para el diseño de las actividades se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Título.
- Objetivo.
- Bibliografía.
- Descripción de la actividad.
- Actividad.

• Evaluación.

Para la realización de la propuesta de actividades se seleccionó el Tema Hidrosfera por ser el que trabaja los contenidos donde se abordan los problemas medioambientales relacionados con la contaminación de las aguas, ver tabla 1.

Tabla 1. Propuesta de dosificación

Temática	Actividad
Tema 2 Hidrosfera	Actividad #1 (Motivación) Actividad #2 (Conclusiones)
Ciclo hidrológico. Balance hídrico.	Orientar Actividad # 3
Océanos y mares. Movimientos de las aguas del mar.	Orientar Actividad # 4
La corriente el niño y la Oscilación del Sur (ENOS.)	Actividad #5 (Desarrollo)
Medidas tomadas por el hombre para mejorar las áreas	Actividad # 3 (Desarrollo)
Aguas continentales. Aguas subterráneas. Origen y tipos según su disposición vertical.	Actividad #7 (Conclusiones, equipo 2)
Aguas superficiales. Ríos. Partes del curso fluvial. Perfil longitudinal. Cuenca fluvial y parteaguas.	Actividad # 5 y 6 (Desarrollo) Actividad #7 (Conclusiones, equipo 3)
Escurrimiento y caudal. Factores que influyen en el escurrimiento. Fuentes de alimentación de los ríos. Régimen del río	Actividad #8 (Desarrollo) Actividad #7 (Conclusiones, equipo 1)
Los lagos. Tipos genéticos. Embalses y pantanos. Aprovechamiento racional de las aguas. Conservación para el desarrollo sostenible.	
Contaminación de las aguas y la necesidad de su protección. Influencia del cambio climático en la hidrosfera	

Propuesta de actividades:

Actividad # 1:

- Título: Protejamos las aguas.
- Objetivo: Identificar agentes contaminantes de las aguas.
- Bibliografía: Libro de Texto, Láminas, Enciclopedia Encarta, Ecu Red, Wikipedia.
- Descripción de la actividad: En el tema se expondrán diferentes agentes contaminantes mediante un texto en el que tendrán que seleccionar los que contaminan las aguas. Esta actividad se utilizará en las conclusiones de la clase 1 del tema.
- Actividad:

La contaminación social está relacionada con las actividades económicas, sobre todo con la industria, la agricultura y el transporte, que arrojan gran cantidad de humos,

residuos tóxicos, aguas residuales, productos químicos agrícolas y metales pesados. Existen otras formas de contaminación tales como el calor, los olores y ondas de ruido provenientes de actividades domésticas.

1. De los agentes contaminantes que te ofrecemos, seleccione los que contaminan las aguas.
2. ¿Por qué selecciono dichos agentes?
3. ¿Qué se considera como agua potable?
4. ¿Por qué es de vital importancia para el ser humano mantener tanto las aguas superficiales como subterráneas libre de sustancias y agentes contaminantes?
5. ¿Qué medidas usted como estudiante propondría para minimizar dichos daños?

- Evaluación: Se evaluará individualmente la respuesta oral de los estudiantes según vayan respondiendo las actividades, así como el desempeño en cada momento.

Actividad # 2:

- Título: ¿Qué tan contaminados estamos?
- Objetivo: Caracterizar la situación medioambiental provincial sobre la contaminación de sus aguas.
- Bibliografía: Revistas, Periódico 5 de septiembre.
- Descripción de la actividad: Se les orientaran las actividades en clases previas para que tengan tiempo de investigar en dicho tema, se expondrá a modo de conclusiones en la clase. Los resultados alcanzados y se debatirá el grado de contaminación que se presenta en la actualidad en nuestra provincia y se les llevara a reflexionar sobre el papel que ellos desempeñan en tan importante tarea.

• Actividad:

Auxiliándote de un atlas

- a) Localice los principales ríos de la provincia.
- b) ¿Cuál es la principal fuente de alimentación de dichos ríos?
- c) En qué dirección describen su trayecto.
- d) Investigue si alguno de estos está contaminado.
- e) ¿Cuáles son esas fuentes de contaminación?
- f) Qué acciones usted propondría para evitar dicha situación.

- Evaluación: Se evaluará la exposición oral individual y un informe escrito por equipo.

Actividad # 3:

Título: Cuidando mi escuela.

- Objetivo: Identificar los principales problemas medioambientales que afectan la localidad en la que se encuentra la escuela.

- Bibliografía: Libro de Texto, Enciclopedia Encarta, EcuRed, Wikipedia, Google.
- Descripción de la actividad: Con ayuda del profesor y del alumno ayudante de la disciplina de Geografía Física se seleccionan estudiantes que puedan integrar una brigada para el saneamiento de residuos (líquidos y sólidos) que puedan contaminar el agua del río y a la escuela, esta actividad se realizara durante todo el curso cada 20 días.
- Actividad:
  1. Realizar una excursión en el centro y sus alrededores:
    - a) Identifique cuáles son los residuos (líquidos y sólidos) que puedan contaminar las aguas.
    - b) Acometa acciones para aminorar los problemas identificados.
    - c) Utilizar los desechos minerales como fuente de materia prima.
  2. Sembrar árboles frondosos (tanto frutales como maderables) en orillas del río y la escuela.
  3. Investigue sobre la importancia de los recursos hídricos.
  4. ¿Qué problemas y efectos que trae consigo su contaminación tanto para la vida animal como para el hombre?
  5. Realice un recorrido por su escuela e identifique si existen salideros de aguas y proponga soluciones con su profesor.
- Evaluación: Según el desempeño de los estudiantes seleccionados y sus actitudes se destacará en las reuniones de brigada y al finalizar la asignatura se organizará un apto en la escuela y se les entregará un reconocimiento por la labor realizada.

#### Actividad # 4:

- Título: ¿Qué tan dispuesto estoy a cuidar el medio ambiente?
- Objetivo: Argumentar las medidas tomadas para minimizar la contaminación de las aguas.
- Bibliografía: Libro de texto.
- Descripción de la actividad: La actividad se realizará en la clase 8, se utilizará en la motivación de la misma, presentando la situación para poder debatir con los estudiantes.

#### Actividad:

Aprovechamiento racional de las aguas. Conservación para el desarrollo sostenible.

1. Analiza la situación que te brindamos a continuación: El grupo 7<sup>mo</sup> 1 realiza una excursión en la localidad y al observar el entorno, se encuentran un vertedero clandestino que contiene papeles, pomos plásticos, latas y restos de comida a orillas del río, el profesor sugiere hacer una

limpieza pues hay materias primas que pueden ser recicladas. Algunos estudiantes plantean que ellos no deberían sanearlo, otros se quedan callados y otros coinciden con el profesor.

1.1. ¿Quién tiene la razón? Argumente su respuesta.

1.2. Marca con una (X) cuál de las siguientes acciones pueden realizar los estudiantes para ejecutar un correcto saneamiento en las áreas afectadas del río.

- a)  Recoger desechos de los lugares donde no deban ser depositados.
- b)  Lavar motores y carros cerca de los ríos.
- c)  Mantener una correcta higiene personal y colectiva.
- d)  Educar a tus allegados en las prácticas adecuadas cuya aplicación garanticen un presente y futuro más saludables.
- e)  Depositar basura en los lugares no designados, sin control sanitario.

1.3. Mencione otras medidas que usted como estudiante realizaría para no contaminar los ríos.

- Evaluación: Al finalizar la clase se evaluará la expresión oral de estudiantes seleccionados y el resto se les evaluará de forma escrita con la ayuda del monitor de la asignatura.

#### Actividad # 5:

- Título: El agua como componente esencial en la vida.
- Objetivo: Promover las medidas higiénico-sanitarias para el consumo adecuado del agua.
- Bibliografía: Programa de Promoción y Educación para la Salud en el Sistema Nacional de Educación. 2007, Educación para la Salud en la Escuela. Cirelda Carvajal y otros. 2000, Fundamentos de la ciencia moderna. Universidad para Todos. Juventud Rebelde. s/a, Wikipedia. 2015.
- Descripción de la actividad: El profesor planteará que uno de los componentes esenciales para la vida es el agua, ella representa entre el 50 y el 90% de la masa total de los seres vivos. Se comenzará un análisis del total de agua de nuestro planeta y qué porcentaje de ella es agua dulce. El 97 % del agua total del planeta es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; sólo el 3 % de su volumen es dulce. De esta última, un 1 % está en estado líquido. El 2% restante se encuentra en estado sólido en casquetes de hielo, ver figura 1.

### Agua del planeta

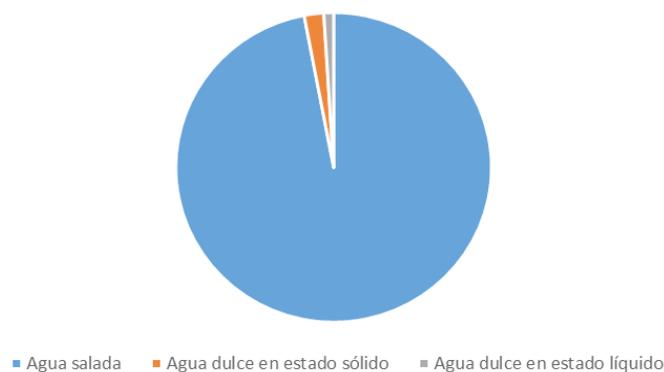


Figura 1. Proporción del agua en el planeta

Se orientará el análisis del gráfico el porcentaje de agua que podemos utilizar para realizar nuestras funciones, ya sean biológicas o para nuestro propio aseo y la limpieza.

- Actividad:
  1. ¿Consideras que el agua es fundamental en la vida humana? ¿Por qué?
  2. ¿En qué funciones biológicas participa el agua?
  3. ¿Qué medidas hay que tener presentes para consumir el agua?
  4. ¿Qué enfermedades ocasiona el consumo de agua contaminada?
  5. El Informe de la Unesco sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo predice que en los próximos veinte años la cantidad de agua disponible para todos disminuirá al 30%; en efecto, el 40% de la población mundial tiene insuficiente acceso al agua potable. ¿Qué medidas podemos realizar en nuestros hogares y centro de estudio para contribuir a su ahorro?
- Evaluación: Se realizará individual y de forma oral teniendo en cuenta la respuesta de los estudiantes y su desempeño en cada momento.

#### Actividad # 6:

- Título: Jugando con las palabras.
- Objetivo: Identificar los agentes contaminantes en las aguas y sus efectos para la salud humana y los ecosistemas acuáticos.
- Bibliografía: Libro Protege tu familia 1: **Aguas contaminadas**.
- Descripción de la actividad: En el recuadro los estudiantes deben identificar las palabras relacionadas con el agua, los agentes contaminantes y explicar las consecuencias que trae consigo su contaminación o sobreexplotación, ver tabla 2. Esta actividad se realizará en la clase 9: Contaminación de las aguas y la

necesidad de su protección. Influencia del cambio climático en la hidrosfera.

- Actividad:

Extrae del recuadro las palabras que se piden a continuación:

1. Sustancia que está presente en nuestro organismo en aproximadamente de un 65 a 75%.

1.1- Escriba su fórmula química.

1.2- ¿Qué importancia tiene para la vida dicha sustancia?

2. Capa de rocas permeables que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea.

3. Identifica 2 agentes contaminante de las aguas.

4. Extrae tres enfermedades causadas por el consumo de aguas contaminadas.

4.1 Un estudio ecológico realizado en un pueblo de Ecuador, que estaba rodeado de campos de petróleo e importantes empresas petrolíferas y cuya ACH presentaba concentraciones de hidrocarburos de hasta 2,88 mg/L, reveló un aumento en la incidencia de casos de cáncer, independientemente de su tipo. Entre los diez casos de cáncer diagnosticados, había un niño de 5 años con leucemia. Oller-Arlandis (2012)

¿A qué conclusión podemos llegar?

4.2 El análisis de plaguicidas en muestras de agua demostró la presencia de plaguicidas en agua de ríos en la ZAR, donde se encontraron concentraciones de atrazina y un metabolito, desetilatraxina, que exceden los límites de la Guía canadiense (CCEM 2003). Asimismo, en tres norias se encontró el metabolito desetilatraxina en concentraciones que excedieron el límite establecido por la Organización Mundial de la Salud (WHO 2008) para agua de uso y consumo humano. Hernández-Antonio (2011)

¿Qué impactos para el ecosistema acuático y para la vida del hombre trae consigo la presencia de estas sustancias en el agua?

4.3 La contaminación de las aguas subterráneas es un problema creciente de la salud pública, pues restringe la disponibilidad de agua potable para la población. En Chile, el agua subterránea para consumo humano representa más del 40% del volumen total de agua consumido en las zonas urbanas y el 76% en las zonas rurales. El nitrato es uno de los contaminantes más frecuentes de las aguas subterráneas y su presencia puede asociarse a problemas de salud humana, especialmente en grupos sensibles como los lactantes. En este contexto, a pesar de las grandes mejoras realizadas en materia de abastecimiento de agua potable de la población rural, existen aún zonas donde los pobladores se aprovisionan de agua a través de pozos noria que pueden presentar problemas de contaminación y donde el contenido de nitrato sobrepasa los límites de las normas nacional e internacionales, lo que conlleva una preocupación por el efecto que

puedan provocar esas concentraciones en la población. Arumi (2006)

¿Qué efectos puede ocasionar a la salud humana y especialmente a los lactantes el consumo de agua contaminado por nitrato?

4.4 Mencione 4 medidas para evitar contraer las enfermedades antes mencionadas.

5. ¿Dónde se encuentran las mayores reservas de agua dulce?

5.1 ¿Qué acciones provocan la desaparición de esas reservas?

5.2 ¿Qué consecuencias que trae consigo?

Tabla 2. Sopa de palabras

D	P	E	S	T	I	C	I	D	A	H
F	E	O	I	A	G	J	T	R	L	E
A	A	Z	R	V	I	A	W	A	Z	P
C	T	G	O	E	E	I	U	R	G	A
B	L	X	U	R	F	A	M	E	Z	T
R	U	U	R	A	Y	I	E	L	R	I
O	M	A	Ñ	P	G	U	U	O	Ñ	T
Q	I	J	H	L	R	R	T	C	H	I
D	P	E	T	R	O	L	E	O	A	S
E	K	S	E	R	A	I	C	A	L	G

Evaluación: Según el desempeño de los estudiantes seleccionados y la veracidad de sus respuestas

Actividad # 7:

Título: Cambiando el mundo.

Objetivo: Identificar los procesos dañinos que contaminan las aguas marítimas y terrestres, así como proponer medidas para minimizar los efectos ocasionados.

Bibliografía: Material de video. Agua. Cuidemos nuestro Planeta tomado de la EcuRed, 2010.

Descripción de la actividad: esta actividad se orientará en el desarrollo de la clase 9: Contaminación de las aguas y la necesidad de su protección. Influencia del cambio climático en la hidrosfera, se presentará un video en el cual los estudiantes deberán contestar las interrogantes orientadas en la guía, una vez finalizada la actividad los estudiantes deben debatir lo antes observado con la supervisión del profesor. Luego se orientarán una serie de actividades a resolver por los mismos de forma individual y en los laboratorios de informática las cuales se debatirán en la próxima clase.

Actividad:

Guía de observación:

1. ¿Qué área ocupa el agua en la Tierra?
2. ¿Qué otro nombre recibe la Tierra? ¿Por qué?

3. ¿Qué sustancias contaminan las aguas?
4. ¿Qué daños ocasiona esta contaminación?
5. ¿De qué forma puedes contribuir al cuidado de las aguas?
6. ¿Dónde podemos depositar las basuras que desechamos?
7. ¿A quién le corresponde proteger las aguas?
8. Investigue si existe un día dedicado al agua:
9. ¿Dónde se aprobó?
10. ¿Quién lo aprobó?
11. ¿En qué año se aprobó?
12. ¿Qué acciones realiza Cuba este día?
13. ¿Qué acciones usted propondría para realizar en su centro educativo?

Evaluación: se comienza a evaluar desde el primer momento con la atención que presten los estudiantes y las respuestas que desarrollen luego de finalizar la observación del video. En la próxima clase se revisaría de forma oral y en la libreta lo investigado.

Actividad # 8:

Título: Publicaciones Ambientales.

Objetivo: Explicar los problemas medioambientales a diferentes escalas (global, nacional y local).

Bibliografía: revistas, periódico Granma, periódico 5 de septiembre.

Descripción de la actividad: Esta actividad será orientada al inicio del Tema y consiste en que los estudiantes deben buscar información relacionadas con la problemática ambiental mediante lo observado en la televisión, lo escuchado por la radio, lo leído en la prensa u otros medios. Para esta actividad los estudiantes tienen que buscar el apoyo de los principales dirigentes de la comunidad.

Actividad:

Se divide el grupo en cuatro equipos, y cada uno investigará sobre uno de los problemas medioambientales siguientes:

Equipo 1: Agotamiento de recursos: sequías intensas, disminución del abasto y calidad de las aguas, inundaciones, medidas adoptadas para minimizar dichos efectos.

Equipo 2: Extinción de especies: Afectación a los ecosistemas acuáticos y marinos, especies en peligro de extinción debido a fenómenos naturales o provocados por el hombre (derrames de combustibles o sustancias tóxicas, escape de gases tóxicos, etc.), medidas adoptadas para minimizar dichos efectos.

Equipo 3: Contaminación ambiental a escala local: Contaminación local debido a la acción de residuos sólidos y líquidos provenientes de las industrias, agricultura (uso indebido de productos químicos procedentes del

trabajo agrícola), actividades humanas y medidas que se toman para minimizarlos.

Evaluación. Se evaluará en forma de seminario, para concluir el Tema. Se tendrá en cuenta: ajuste al tema, precisión, claridad en la exposición y la divulgación de cada equipo.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de la educación ambiental, constituye una prioridad de la política del estado cubano y de nuestro ministerio de educación.

- El trabajo dirigido el desarrollo de la educación ambiental en los estudiantes del Ciclo Corto de la Carrera de Geografía resulta insuficiente.
- La elaboración de una propuesta de actividades que permita vincular la contaminación de las aguas con los contenidos de Geografía Física Básica II, contribuirá a la educación ambiental de los estudiantes.
- La Geografía ofrece posibilidades concretas para desarrollar la educación ambiental en los estudiantes conforme a los preceptos de esta propuesta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arumi JL, Núñez J, Salgado L, Claret M. (2006): Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. *Rev Panam Salud Publica*.20(6):385–92.
- Colectivo de autores. (2012) Diccionario de Términos Geográficos: Ed. Pueblo y Educación.
- Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (2012)
- Compendio Documentos del 7mo Congreso Del Partido. (2017).
- Constitución de la República de Cuba. (2019): Editorial Política.
- Estrategia Ambiental Provincial. (2020) Cienfuegos, Cuba: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
- Hernández AA, Hansen Anne M. (2011): Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambie*. 27 (2) 115-127.
- Leontiev, A. (1981). La Teoría de la Actividad en el Estudio del Comportamiento Informativo Humano.
- Ministerio De Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. (2016). Estrategia Ambiental Nacional: Agencia de Medio Ambiente.
- Ministerio De Educación. (2002). Precisiones para la dirección del proceso docente educativo: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
- Ministerio De Educación Superior. Plan de Estudio E. Profesor de Geografía para Secundaria Básica (2018).
- Oller-Arlandis V, Sanz-Valero J: (2012) Cáncer por contaminación química del agua de consumo humano en menores de 19 años: una revisión sistemática. *Rev Panam Salud Publica*.32(6):435–43.
- Tinta Figueira, M (2015): “Propuesta de actividades para potenciar la Educación Ambiental desde la Geografía en los estudiantes de 10mo grado” (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos, Cuba.
- Vigolsky, L. (1978). Aprendizaje y Zona de desarrollo proximal.

## LAS TIC COMO HERRAMIENTAS PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL SECTOR AGROPECUARIO

ICT AS TOOLS FOR TECHNOLOGY TRANSFER AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Lilia Constanza Molano-Bernal<sup>1</sup>

E-mail: [lmolano@agrosavia.co](mailto:lmolano@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8016-6195>

Leidy Patricia Tibaduiza-Castañeda<sup>1</sup>

E-mail: [ltibaduiza@agrosavia.co](mailto:ltibaduiza@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9429-063X>

Germán Andrés Aguilera-Arango<sup>2</sup>

E-mail: [gaguilera@agrosavia.co](mailto:gaguilera@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3942-4658>

Dubert Yamil Cañar-Serna<sup>2</sup>

E-mail: [dcanar@agrosavia.co](mailto:dcanar@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1401>

José David Barberá-Tomas<sup>3</sup>

E-mail: [jobarto@ingenio.upv.es](mailto:jobarto@ingenio.upv.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1659-4064>

<sup>1</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Cundinamarca. Colombia.

<sup>2</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Valle del Cauca. Colombia.

<sup>3</sup> Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Molano-Bernal, L. C., Tibaduiza-Castañeda, L. P., Aguilera-Arango, G. A., Cañar-Serna, D. Y., & Barberá-Tomas, J. D. (2022). Las TIC como herramientas para la transferencia de tecnología y gestión del conocimiento en el sector agropecuario. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 88-95. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son herramientas utilizadas en diferentes sectores productivos, incluyendo el sector agropecuario. Teniendo en cuenta su uso tanto en zonas rurales como urbanas, se constituyen en una alternativa para la difusión de información, la transferencia de tecnología y la gestión del conocimiento. Considerando lo anterior y con el fin de analizar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, se seleccionaron seis organizaciones a quienes se les realizó una entrevista semiestructurada, lo que permitió establecer su concepto con respecto al uso de las TIC, la transferencia de tecnología y la gestión del conocimiento para el sector agropecuario. La información se organizó en tablas comparativas donde se discriminó el uso, objetivo y público al que se orientó la tecnología, para inferir ventajas, desventajas y perspectivas en el sector agropecuario. Se encontró que en la mayoría de las organizaciones las TIC son concebidas como medios o canales de interacción con los públicos, facilitando procesos de gestión del conocimiento e innovación agropecuaria. Se concluye que las organizaciones orientan el uso al almacenamiento y difusión de la información mediante repositorios y plataformas interactivas, donde convergen actores distintos para compartir sus saberes.

### Palabras clave:

Innovación agropecuaria, plataformas interactivas, repositorios de información, TIC.

### ABSTRACT

Information and communication technologies (ICT) are tools used in different productive sectors, including the agricultural sector. Considering their use in both rural and urban areas, they constitute an alternative for the dissemination of information, technology transfer and knowledge management. Considering the above and to analyze the use of information and communication technologies, six organizations were selected to whom a semi-structured interview was carried out, which allowed them to establish their concept regarding the use of ICT, the transfer technology and knowledge management for the agricultural sector. The information was organized in comparative tables where the use, objective, and public to which the technology was oriented were discriminated to infer advantages, disadvantages and perspectives in the agricultural sector. It was found that in most organizations, ICT's are conceived as means or ways of interaction with the public, facilitating processes of knowledge management and agricultural innovation. It is concluded that organizations orient the use to the storage and dissemination of information through repositories and interactive platforms, where different actors converge to share their knowledge.

### Keywords:

Agricultural innovation, interactive platforms, information repositories, ICT.

## INTRODUCCIÓN

Hoy la cadena de valor del sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en Colombia se compone de cinco grandes dimensiones: (1) la infraestructura que soporta la utilización de los servicios y productos, (2) la fabricación y/o venta de los bienes TIC, (3) la producción de los servicios de telecomunicaciones, donde el servicio de Internet comienza a ser el punto de surgimiento de una nueva industria, (4) la industria de las plataformas digitales. Toda la cadena de valor tiene como componente transversal el conjunto de actividades de (5) investigación, desarrollo e innovación necesarias para la continua evolución del sector ( Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2017). De acuerdo con lo anterior, hoy el mundo es multimedia y a través de artefactos multifuncionales, se puede acceder a una realidad virtual, esta nueva manera de vida aumenta las posibilidades de acceder a información y conocimiento de una manera impensable hasta hace relativamente poco tiempo (Oliveros-Castro y Núñez-Chaufleur, 2020). En este escenario las TIC juegan un papel fundamental, puesto que hacen parte de la cotidianidad, determinando así un cambio cultural (Maffei, 2021).

Las TIC se caracterizan por su inmaterialidad en donde la generación y procesamiento de la información es su materia prima (Castro *et al.*, 2007). Por esta razón, el reto ya no está en el poder llegar a diferentes lugares, ni en la facilidad o rapidez de acceso, sino en aprovechar estas herramientas para poner a disposición de las personas contenidos de calidad, con valor para la persona y que además gocen de características como: precisión, claridad y brevedad de acuerdo con la inmediatez que estas tecnologías representan (Grajales-Montoya *et al.*, 2021).

El uso de las TIC en el sector agropecuario es cada vez más relevante, todas las partes de la industria agrícola necesitan información y conocimiento sobre todas las fases del proceso productivo de manera que se puedan gestionar eficientemente. (Mahant *et al.*, 2012). Para que el conocimiento científico llegue al agricultor es preciso que existan vías de difusión de la información y allí las TIC se convierten en herramientas principales para la transferencia de tecnología. (Carpio-Santos, 2018).

En las últimas décadas, las TIC han promovido un cambio cultural en la sociedad. Sin embargo, la investigación ha prestado poca atención a su uso en el sector agropecuario. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación por parte de entidades relacionadas con el sector agropecuario con la finalidad de identificar las potencialidades de estas herramientas para la transferencia de tecnología y gestión del conocimiento, además de identificar los actores y metodologías involucradas en el proceso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el año 2017. El diseño secuencial empleado para el muestreo se conoce como avalancha o bola de nieve, el cual consiste en requerir

a los informantes que recomienden a un posible participante (Martín-Crespo y Salamanca, 2007), o de acuerdo con las entrevistas realizadas, identificar a estos posibles participantes según lo mencionado por el entrevistado. Este método de muestreo permitió hacer una identificación rápida de actores del orden nacional como internacional que compartieran características como: contar con experiencia en el tema estudiado, estar relacionados con el sector agropecuario, trabajar en investigación o hacer difusión y divulgación de resultados de investigación en el sector agropecuario y que hayan implementado estrategias de transferencia de tecnología en Centro y Suramérica.

Una vez fueron referenciadas las organizaciones, se invitaron a participar en el estudio a seis entidades vinculadas al sector agropecuario y que correspondieran a centros de investigación (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo -CIMMYT y Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial -CIESTAAM), entidades multilaterales (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO y entidades públicas del orden nacional en Colombia. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia -MADR y el Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación Colombiano -MINTIC). El acercamiento a las entidades se hizo inicialmente a través de correo electrónico, en donde se explicó el objetivo del estudio y se les invitó a participar.

Posteriormente, se realizó un primer acercamiento vía Skype, en donde la conversación giró en torno a explicar a profundidad el estudio y generar confianza por parte de los entrevistados. Estos a su vez compartieron sus experiencias dando insumos para la construcción de la herramienta de captura de información y permitieron la toma de datos generales sobre el tema de estudio. Asimismo, la persona de contacto de cada entidad suministró los documentos soporte de la TIC trabajada por cada uno de ellos, lo que permitió estructurar preguntas que garantizaron precisión y profundidad en la información. Seguidamente, se realizó una entrevista semi estructurada a partir de un guion temático con preguntas abiertas, la cual contó con aspectos básicos como: la concepción institucional sobre las TIC en el sector agropecuario, profundización en el uso de las TIC por parte de las entidades, teniendo en cuenta bajo que contexto las usan, el público al cuál va dirigido, el tipo de información que contienen y cuál es la perspectiva de uso de las TIC para el sector agropecuario. Seguidamente, se procedió con la entrevista (vía Skype o presencial), la cual fue grabada (previa autorización del entrevistado) como soporte del estudio en la transcripción de esta. Finalmente, se diseñó y desarrolló una matriz comparativa para el análisis de la información.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Conceptualización de las TIC, transferencia de tecnología y gestión del conocimiento

De acuerdo con las entrevistas realizadas a las organizaciones, se encontró que la mayoría definen las TIC como instrumento o medio y no un fin en sí mismas y que contribuyen a la gestión de la información y el conocimiento, la promoción de procesos de innovación agrícola, apoyo para el servicio de extensión agropecuaria y facilita la interoperabilidad institucional del sector y el acercamiento de diferentes personas alrededor de temáticas de mutuo interés. Este análisis va en concordancia con (Lokeswari, 2016) quien define que las TIC contribuyen a la creciente demanda de nuevos enfoques, al empoderamiento de la población rural, proporciona mejor acceso a los recursos naturales, tecnologías mejoradas para la agricultura, estrategias de producción eficaces, mercados, servicios bancarios y financieros, etc.

Respecto al concepto de las TIC en el contexto de la transferencia de tecnología, las organizaciones entrevistadas ven en ellas la posibilidad de generar procesos de comunicación bidireccionales, por medio de la facilitación de espacios para la interacción entre los diferentes actores (productores, extensionistas, investigadores y demás que integran las cadenas productivas) alrededor del compartir experiencias, información que con llevan a la generación de nuevo conocimiento e innovaciones agrícolas. Esta visión dista del concepto de transferencia de tecnología que se entiende como uno de los enfoques de la extensión rural, donde la comunicación es unidireccional y lineal del profesional al productor (Landini y Murtagh, 2011). Teniendo en cuenta lo anterior, algunas TIC como

la mensajería de texto cuentan con este enfoque lineal, en donde la información va de quien la posee a quien no la tiene y se asume que la necesita. Sin embargo, el enfoque dado por las organizaciones entrevistadas en el uso de las TIC se orienta a la gestión del conocimiento, entendida como el proceso de generar, capturar y difundir información (Sulaiman et al., 2012).

Las organizaciones entrevistadas manifiestan que el conocimiento gestionado en las TIC tiene que ver con conocimientos técnicos productivos y conocimiento experiencial que se comparte entre diferentes actores que conforman el sector agropecuario. De modo similar García (2015) identifica dos tipos de conocimiento, el tácito el cual reposa o se activa en la mente de la persona y que usualmente no es dominio de los demás, por lo tanto, no es fácilmente explicable y el conocimiento explícito que es conocido, codificado y documentado en sus normas y procedimientos. De acuerdo con Yadav et al. (2015) las TIC pueden apoyar la transformación del conocimiento tácito en conocimiento explícito y viceversa.

### Uso de las TIC basadas en plataformas de información

Las plataformas tecnológicas son una de las TIC más utilizadas por las organizaciones entrevistadas. En el caso de la FAO, ha apoyado el desarrollo de este tipo de tecnologías desde una orientación hacia la comunicación para el desarrollo, en donde surge la plataforma PLATICAR del Instituto Nacional de Tecnología Agrícola en Costa Rica (INTA) donde se adaptó un enfoque participativo para esta TIC en un contexto de sistema de innovación, partiendo de una institución pública rectora de la innovación e investigación agrícola en ese país (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las principales TIC utilizadas por las organizaciones entrevistadas

Organización	TIC	Público destinatario	Objetivo
IICA		Investigadores, productores	Vincular información
	Aulas Virtuales		Almacenar información
	Comunidades de práctica		Acceder a información y conocimiento
	Mensajería de texto		Lograr mayor cobertura con la información
	Aplicativos móviles		Facilitar la conexión entre actores

FAO	Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural (Platicar)-INTA Costa Rica	Extensionistas, productores e investigadores	Comunicar para el desarrollo
	Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrícolas (TECA)		Acceder a información y conocimiento
	E-agriculture		Acceder a servicios
			Impulsar la participación de actores
CIMMYT	Big Data	Extensionistas, productores, investigadores, actores de las cadenas del maíz y trigo.	Gestionar conocimiento
	Mensajería de texto (Mas Agro móvil)		Promover procesos de innovación agrícola
	Sistema de información geográfica		Impulsar la participación de actores
	Bitácoras electrónicas		
	Comunidades de práctica		
CIESTAAM	Aulas virtuales	Extensionistas, investigadores	Movilizar información
	Plataforma reporte de procesos de innovación con productores		Gestionar redes de productores y extensionistas
			Acceder a información y conocimiento
MADR		Productores, extensionistas	Facilitar la labor de los extensionistas agropecuarios
	Celuagronet (SMS)		Consolidar información del sector
	Aplicativos móviles (Agroinsumos y Clima y Agro)		Facilitar la interoperabilidad entre las organizaciones del sector agropecuario
			Compartir información
			Acceder a información y conocimiento
MINTIC	Big Data	Instituciones públicas del sector agropecuario, extensionistas, productores	Incentivar a la juventud para que permanezca en el campo
	Plan estratégico de Tecnologías de la Información y la comunicación (PETIC)		Reducir riesgos inherentes al sector agropecuario
	Kioscos digitales		Acceder a información y conocimiento
	Puntos vive digital		Facilitar la labor de los extensionistas agropecuarios
			Fortalecer el ecosistema digital

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas

Asimismo, están las plataformas TECA y E-agriculture, que son iniciativas de la FAO. La primera funciona como un repositorio de tecnologías y buenas prácticas para el sector agropecuario a escala mundial, la cual se encuentra organizada por temas o rubros que han sido previamente validados por los productores agropecuarios. La segunda, es una comunidad de práctica virtual conformada por especialistas de información y comunicación, investigadores, agricultores, estudiantes, responsables políticos, empresarios, y profesionales de desarrollo de todo el mundo, que busca el intercambio de información sobre el uso de las TIC en la agricultura en el marco de las metas de desarrollo sostenible (Tabla 1). Esta última plataforma es una de las principales herramientas de la International Communication Union (ITU), agencia de las Naciones Unidas que tiene a su cargo el tema de telecomunicaciones y TIC, la cual monitorea el cumplimiento de las metas de desarrollo sostenible en cuanto a las TIC en agricultura.

Como se observa en la Tabla 1, el CIMMYT cuenta con su TIC MasAgro basada en el modelo de extensión hub o nodos de innovación, que son redes colaborativas para promover la adaptación, adopción y difusión de tecnologías y prácticas agronómicas sustentables, que para poder funcionar requieren de una plataforma tecnológica, módulos demostrativos y un área de extensión definida ( Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 2014; Rendón-Medel *et al.* 2015). La plataforma tiene un sentido experimental que funciona como un espacio para la investigación, la generación de conocimientos, datos e información, promoviendo el desarrollo y adaptación de los sistemas productivos y las tecnologías de acuerdo con la zona geográfica. Esta plataforma cuenta con un módulo en donde se encuentran los nuevos conocimientos y tecnologías que se desarrollan en la plataforma experimental y se comparan con las tecnologías convencionales, constituyéndose como un espacio para la difusión y divulgación tecnológica.

El MADR cuenta con la plataforma AGRONET (Tabla 1), que busca consolidar la información del sector agropecuario para que sirva de insumo a los productores agropecuarios, es decir, que esta TIC funciona como repositorio de información, que establece sinergias con diferentes entidades como el Departamento Nacional de Planeación (DNP), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), entre otros, con el fin de contar con información variada y actualizada. Las plataformas tecnológicas como repositorios o espacios para el intercambio de información y conocimiento son un insumo para la planificación de cualquier negocio, entre ellos la producción agropecuaria. Por lo anterior, el objetivo general de la gestión de información estratégica en la agricultura es coordinar y apoyar la sostenibilidad por medio de un sistema para el intercambio de datos, compartir y promover las metodologías y herramientas comunes (Suprem *et al.*, 2013).

## Uso de las TIC basadas en mensajería de texto

En la Tabla 1 se observa que dentro de las TIC analizadas por organización, tanto el IICA, como el CIMMYT y el MADR han acompañado en el desarrollo o han utilizado la mensajería de texto como medio para envío de información meteorológica, precios y estadísticas a los productores agropecuarios como ayuda a la toma de decisiones. El IICA llevó a cabo en el año 2016 un acompañamiento a la Organización de Información de Mercados de las Américas (OIMA) en el desarrollo de mensajes de texto y telefonía móvil en mercados agrícolas de países como Costa Rica, Ecuador, Trinidad y Tobago y Uruguay. El objetivo de esta TIC es la de facilitar el acceso de los productores agropecuarios a información de mercado como precios de sus productos agropecuarios, lo que les permite tomar decisiones al respecto.

El CIMMYT durante el 2010 con su estrategia MasAgro, cuyo objetivo es la gestión del conocimiento y la promoción de sistemas de innovación agrícola, mediante la capitalización y retroalimentación de la información y conocimiento generados con los productores agropecuarios en las diferentes etapas productivas, ha venido implementado el uso de la TIC MasAgromóvil, basada en mensajería de texto, en la cual se moviliza información como predicciones meteorológicas y conclusiones, producto del análisis de la información recolectada en campo.

Por su parte, el MADR dentro de la TIC AGRONET que nació en el año 2005, ha desarrollado Celuagronet, que mediante mensajería de texto divulga de manera gratuita a los productores agropecuarios, datos de sistemas productivos referidos a estadísticas, precios, entre otros, El uso de la mensajería de texto como TIC para difundir información en el sector agropecuario, obedece a que tiene una mayor cobertura en zona rural y a que representa un costo bajo. De otro lado, los agricultores consideran que la información de mensajes de texto es útil y se convierte en una fuente importante de información para las ventas (Camacho y Conover, 2010).

## Perspectiva del uso de las TIC según las organizaciones entrevistadas

El IICA hace una distinción entre las TIC y las tecnologías duras que son utilizadas en agricultura de precisión. Por lo tanto, considera importante hacer investigación en este tipo de tecnologías tales como drones, el internet de las cosas, entre otras, que facilita la recolección de información en campo. Esta distinción concuerda con Cerón y Barrios (2019) que definen las tecnologías duras como aquellas que comprenden no solo las tecnologías antiguas como la maquinaria, sino que también incluye el uso de sensores, analizadores de imágenes multiespectrales, entre otras, que surgen de ciencias como la ingeniería o de industrias como la automovilística y robótica.

Para la FAO, las TIC deben ir encaminadas a favorecer el diálogo entre investigadores, instituciones gubernamentales, extensionistas, productores y demás actores que hacen parte de la cadena de valor, de manera que la comunicación sea fluida e integral y que se conviertan en

instrumento para definir agendas de investigación y política pública en el sector agropecuario. Adicionalmente, proponen que las políticas agrícolas incorporen el diseño de esos servicios de comunicación para la población rural, que sirvan para temas prioritizados del sector agrícola, tales como el cambio climático, la gestión del riesgo, entre otros y que necesitan de un diálogo entre los diferentes actores para que de manera conjunta prioricen algunos aspectos y promuevan procesos de innovación en este sector. Además, sería importante contar con la participación de los ministerios de telecomunicaciones o de medios, para facilitar la transferencia de tecnología haciendo uso de las TIC como un aporte fundamental en la política agrícola de cada país. De acuerdo con lo anterior, las Tecnologías de la Información y Comunicación son de los elementos más implementados como fuente de innovación en las empresas, ya que permiten la creación u optimización de productos. Del mismo modo, la innovación concibe la tecnología como agente de cambio o catalizador en los diferentes procesos, generando nuevos conocimientos (Bernal-Jiménez y Rodríguez-Ibarra, 2019)

El CIMMYT, considera que las TIC serán utilizado ampliamente como herramientas para la gestión del conocimiento, encaminadas a entender las necesidades de los usuarios y a conocer cómo se da el flujo de información para dar valor agregado a la misma. A partir del análisis de datos y su correlación, se generan unos resultados que son devueltos a los productores para que sean implementados en sus sistemas productivos, permitiendo la toma de decisiones oportunas y pertinentes. El CIESTAAM considera que las TIC en el sector agropecuario están encaminado a tener una mayor disponibilidad y su acceso a la información. Sin embargo, mucha información no es de calidad lo que dificulta su aplicación a la hora de tomar decisiones. De manera que, las TIC son una gran herramienta que, bien usadas, pueden ser una gran vía del conocimiento para los individuos. Pero sin un uso responsable éstas pueden convertirse en una gran dificultad en la que los ciudadanos se enteren de todo y de nada a la vez. (Barriga-Cano 2014).

El MADR hablando de Agronet, considera que debe orientarse a lograr la interoperabilidad de los datos generados y gestionados por las diferentes entidades del sector. Así mismo, considera que la nueva tendencia en manejo de información y TIC, como lo son Big Data, internet de las cosas y economía digital, deben ser apropiadas por el sector agropecuario, que, si bien se ha hecho un gran esfuerzo en el tema, falta un largo camino por recorrer. De otro lado, argumenta que las TIC podrían llegar a constituirse como una estrategia para disminuir la tendencia actual que es el envejecimiento de la fuerza productiva en el campo por la falta de relevo generacional en la actividad agropecuaria.

Para la juventud, el mundo rural tradicional, no ofrece muchas oportunidades lo que lo hace poco atractivo, de allí que las TIC, y específicamente el Internet, se convierten en mediador de la modernidad para los jóvenes, ofreciendo ese espacio de conexión virtual para conocer y reconocer las oportunidades que pueden ver en el campo y

la ansiada posibilidad de desarrollo local, convirtiéndose en materia prima para potenciar el desarrollo rural, ya que cuentan también con las capacidades para realizarlo (Rojas, 2007).

El MINTIC, aunque no desarrolle TIC para el sector agropecuario, ha venido trabajando en orientar el desarrollo de actividades en ciencia, tecnología e innovación en diferentes ejes temáticos a través de la estrategia TIC y Agro, teniendo en cuenta los siguientes ejes temáticos: 1. Desarrollo e implementación de sistemas de información de tecnologías de la información (TI) para los procesos de planificación rural agropecuaria como apoyo a los entes territoriales. 2. Desarrollo e implementación de soluciones de TI que contribuyan a la captura y el procesamiento de información en campo. 3. Desarrollo e implementación de soluciones de TI enfocadas en la gestión de información de mercados agrícolas, agroindustriales, pecuarios. 4. Desarrollo e implementación de soluciones de TI para difusión, acceso, distribución, consulta y registro bidireccional de contenidos que utilicen tecnologías o medios tales como mensajes de texto (SMS), servicio complementario de datos no estructurados (USSD) y respuesta de voz interactiva (IVR). 7. Desarrollo e implementación de soluciones de TI que fomenten la gestión del conocimiento en el sector agropecuario y mejoren los procesos de asistencia técnica actuales (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria *et al.*, 2016). Asimismo, las estrategias TIC y Agro iniciaron la construcción del Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y Comunicación (PETIC) que contó con la participación de todas las entidades adscritas al MADR y busca alienar estas iniciativas en el uso de TIC de las entidades.

Asimismo, esta entidad considera que las TIC deberían estar orientadas a su uso en temas de agricultura de precisión y de agricultura específica por sitio. Este ministerio al tener como uno de sus objetivos promover la industria de tecnologías de la información en Colombia, impulsa el desarrollo y empleo de diversas iniciativas entre las que se encuentran el uso de drones, sensores de campo, sensores climáticos etc. Estos desarrollos son tecnologías fundamentadas en información, dispuestas en software que facilitan el análisis y entrega de esos resultados. Según Quiroga *et al.* (2017) aplicar técnicas apropiadas de manejo de la información, es una necesidad y debe ser priorizada en la producción agrícola en busca de obtener una mayor eficiencia operativa.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las organizaciones entrevistadas, las TIC son herramientas que facilitan procesos de innovación en el sector agropecuario, que proporcionan espacios de interacción en múltiples vías para promover la comunicación entre los diferentes actores. En este estudio, se encontró que los actores del sector agropecuario diferencian dos tipos de tecnologías, las duras empleadas principalmente para la captura de datos y sistematización de tareas en campo y las blandas que son generadas por instituciones para la difusión y divulgación de información requerida en procesos de toma de decisiones.

Finalmente, sería importante continuar haciendo investigación en el uso de las TIC en el sector agropecuario, haciendo énfasis en fortalecer capacidades orientadas a cerrar brechas de uso y conocimiento en atención a las necesidades del productor.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al proyecto "Articulación y fortalecimiento de los servicios y herramientas para la consulta, intercambio, gestión y apropiación de la oferta técnico-científica agropecuaria" el cual fue ejecutado en el año 2017 por Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). A las entidades público-privadas participantes del proyecto (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo -CIMMYT, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial -CIESTAAM, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia -MADR y el Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación Colombiano -MINTIC) quienes facilitaron su concepto y definición de las variables entorno al alcance de las TIC, insumo fundamental para el presente documento. A los revisores de la revista, cuyas observaciones y sugerencias dieron pie para precisar los contenidos desarrollados en el manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barriga-Cano, M. J. (2014). De la infoxicación a la desinformación: causas y consecuencias del frenético always on. (Ponencia). Primer Congreso Internacional Infoxicación: mercado de la información y psique. Sevilla, España.
- Bernal-Jiménez, M. C., & Rodríguez-Ibarra, D. L. (2019). Las tecnologías de la información y comunicación como factor de innovación y competitividad empresarial. *Scientia et Technica*, 24(1), 85-96.
- Camacho, A., & Conover, E. (2010). The Impact of Receiving Price and Climate Information in the Agricultural Sector. SSRN. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1755057](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1755057)
- Carpio-Santos, L. K. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14), 25-32.
- Castro, S., Guzmán, B., & Casado, D. (2007). Las TICs en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, 13(23), 213-234.
- Cerón, M., & Barrios, D. (2019). Agricultura de precisión: una contribución a la gestión de los agronegocios desde la modelación. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32, 7-13.
- Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2016). PECTIA. Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12759>
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2017). Sector TIC Tecnologías De La Información Y Las Comunicaciones. Marco Nacional de Cualificaciones Colombia. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362829\\_recurso.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362829_recurso.pdf).
- García, E. R. (2015). Del conocimiento tácito al conocimiento explícito: retos para la gestión del conocimiento organizacional. *Informatio. Revista del Instituto de Información de la Facultad de Información y Comunicación*, 20(1), 37-48.
- Grajales-Montoya, N., Gómez-Bayona, L., & Coronado-Ríos, B. (2021). La comunicación estratégica desde el mercadeo en instituciones educativas. *Revista CEA*. <https://doi.org/10.22430/24223182.1684>
- Landini, F., & Murtagh, S. (2011). Prácticas de extensión rural y vínculos conflictivos entre saberes locales y conocimientos técnicos. Contribuciones desde un estudio de caso realizado en la provincia de Formosa (Argentina). *Ra Ximhai*, 7(2), 263-279.
- Lokeswari, K. (2016). A Study of the Use of ICT among Rural Farmers. *International Journal of Communication Research*, 6(3), 232-238.
- Maffei, F. (2021). Presencialidad Propagada para la Educación Superior. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e26>
- Mahant, M., Shukla, A., Dixit, S., & Patel, D. (2012). Uses of ICT in Agriculture. *International Journal of Advanced Computer Research*, 2(1), 46-49.
- Martín-Crespo, B. M. C., & Salamanca, C. A. B. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*, 27, 1-4.
- México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2014). Oferta disponible para implementar tecnologías MasAgro. Veracruz, Mexico: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y alimentación. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/20666/61369.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oliveros-Castro, S., & Núñez-Chaufleur, C. (2020). Posibilidades educativas de la realidad virtual y la realidad combinada: una mirada desde el conectivismo y la bibliotecología. *Revista Saberes Educativos*, 5, 46-62.
- Quiroga, M. E. A., Jaramillo, C. S. F., Campo, M. W. S., & Chanchi, G. G. E. (2017). Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informaçã*, 24, 39-56.
- Rendón-Medel, R., Roldán-Suárez, E., Hernández-Hernández, B., & Cadena-Íñiguez, P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 151-161.
- Rojas, V. (2007). Representación Social de los Jóvenes sobre las TIC en la Nueva Ruralidad. Un Estudio en la Comuna de Paine. (Ponencia). VI Congreso Chileno de Antropología. Valdivia, Chile.
- Sulaiman V, R., Hall, A., Kalaivani, N. J., Dorai, K., & Reddy, T. S. V. (2012). Necessary, But Not Sufficient: Critiquing the Role of Information and Communication Technology in Putting Knowledge into Use. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(4), 331-346.
- Suprem, A., Mahalik, N., & Kim, K. (2013). A review on application of technology systems, standards and interfaces for agriculture and food sector. *Computer Standards & Interfaces*, 35(4), 355-364.
- Yadav, K., Sulaiman, R., Yaduraju, N. T., Balaji, V., & Prabhakar, T. V. (2015). ICTs in knowledge management : the case of the Agropedia platform for Indian agriculture. *Knowledge Management for Development Journal*, 11(2), 5-22.

## ÍNDICES DE DIVERSIDAD FLORÍSTICA FORESTAL EN LA RESERVA ECOLÓGICA ARENILLAS

INDEX OF FOREST FLORISTIC DIVERSITY IN THE ARENILLAS ECOLOGICAL RESERVE

Alex Dumany Luna Florin<sup>1</sup>

Email: [adluna@utmachala.edu.ec](mailto:adluna@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4975-405X>

Arturo Widberto Sánchez Asanza<sup>1</sup>

Email: [asanchez@utmachala.edu.ec](mailto:asanchez@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5702-7234>

Jaime Enrique Maza Maza<sup>1</sup>

Email: [jemaza@utmachala.edu.ec](mailto:jemaza@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-5165>

José Eduardo Castillo Figueroa<sup>1</sup>

Email: [jcastillo6@utmachala.edu.ec](mailto:jcastillo6@utmachala.edu.ec)

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7178-2490>

Universidad Técnica de Machala<sup>1</sup>

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Luna Florin, A. d., Sánchez Asanza, A. W., Maza Maza, J. E., Castillo Figueroa, J. E. (2022). Índices de diversidad florística forestal en la Reserva Ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 96-103. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

Existe un conocimiento no muy profundo sobre la importancia de los bosques secos en la diversidad de especies florísticas; sin embargo, la relación entre la composición de especies de árboles del bosque seco y la riqueza de especies no está bien establecida. Además, los datos básicos simples sobre la diversidad de plantas son escasos para muchos ecosistemas de bosques secos. Este estudio buscó caracterizar la diversidad florística, determinando índices de Biodiversidad y el valor de importancia vegetal forestal dentro de la Reserva Ecológica Arenillas, en la Provincia de El Oro, al sur de la costa de Ecuador. Dentro del área estudiada (13.125.75 ha.) se realizaron inventarios de flora leñosa en 10 parcelas de la Reserva Ecológica Arenillas (REAr), utilizándose índices alfa con la finalidad de conocer poblaciones de especies. Mediante cálculos matemáticos se obtuvieron índices de dominancia y densidad, además, se obtuvo la dominancia de Simpson y la equidad de Shannon-Wiener, los que permiten conocer la diversidad de la vegetación arbustiva presentes en el área de estudio. Como resultado se identificaron 21 especies forestales en 10 puntos de muestreo, seleccionados aleatoriamente. *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose la especie con la mayor representatividad en individuos, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., con mayor frecuencia y dominancia en los resultados del índice de valor de importancia. Las familias representativas fueron Fabácea y Malvácea. Los valores de las especies identificadas mostraron que existe una gran variedad de especies en esta área protegida de ecosistema tipo bosque seco estacional. La conservación de la reserva Ecológica Arenillas es una necesidad del entorno natural.

**Palabras clave:** bosque seco, diversidad, dominancia, especie, índices

### ABSTRACT

There is not very deep knowledge about the importance of dry forests in the diversity of floristic species; however, the relationship between dry forest tree species composition and species richness is not well established. Furthermore, simple basic data on plant diversity are scarce for many dry forest ecosystems. This study sought to characterize the floristic diversity, determining Biodiversity indexes and the value of forest plant importance within the Arenillas Ecological Reserve, in the Province of El Oro, south of the coast of Ecuador. Within the studied area (13,125.75 ha.), inventories of woody flora were carried out in 10 plots of the REAr, using alpha indexes in order to know populations of species. Through mathematical calculations, dominance and density indexes were obtained, in addition, Simpson dominance and Shannon-Wiener equity were obtained, which allow knowing the diversity of the shrubby vegetation present in the study area. As a result, 21 forest species were identified at 10 randomly selected sampling points. *Handroanthus chrysanthus*, the species with the highest representativeness in individuals, *Cochlospermum vitifolium*, with higher frequency and dominance in the results of the importance value index. The representative families were Fabaceae and Malvaceae. The values of the identified species showed that there is a great variety of species in this protected area of seasonal dry forest ecosystem. The conservation of the Arenillas Ecological Reserve is a necessity for the natural environment.

**Keywords:** indexes, dry forest, species, diversity, dominance

## INTRODUCCIÓN

En la naturaleza existe una gran variedad de componentes que se relacionan entre sí, estos permiten que se lleve a cabo algunos procesos naturales para el desenvolvimiento y convivencia de las especies, tanto animales como vegetales. Dicha relación da origen a los ecosistemas, los cuales tienen un rol importante en la vida de los organismos vivos. El área del bosque seco es considerada una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie relativamente reducida (Mittermeier et al., 2005).

Los atributos que se evalúan con más frecuencia en la biodiversidad, son la riqueza o número de especies y la proporción de la distribución de especies, estas mediciones nos permiten describir las comunidades ecológicas en términos de dominancia o equidad, como otro componente de la biodiversidad (Montenegro, 2009).

Gerhardt y Hytteborn (1992), indican que la composición y estructura de los bosques secos, incluyendo su densidad, el área basal, altura y otros aspectos, dependen al menos en parte de la historia y la influencia humana sobre él, esto se debe a que las diferentes actividades humanas dadas al pasar de los años influyen en la disponibilidad y fisiología de estas especies. Así como, su capacidad para adaptarse a cambios, es decir que, si se compara su estructura simple con la de los bosques húmedos, hace que esta se considere como una especie de gran resiliencia. Sin embargo, los bosques secos no han recibido el debido interés de investigación por su dinámica, estructura y procesos ecológicos.

El bosque seco es un ecosistema amenazado principalmente por las actividades productivas que el ser humano realiza a partir del uso de sus recursos. Las actividades productivas del hombre en los bosques conllevan un impacto negativo; los más comunes son la extracción de recursos forestales y la expansión agrícola; existen pocas evaluaciones de la biodiversidad en los usos de del suelo gestionados por bosques secos (por ejemplo, agricultura, plantaciones), probablemente porque se espera que la mayoría de los usos del suelo gestionados alberguen menos especies de árboles que bosques (Haro-Carrión et al., 2021).

Campo y Duval (2014) manifiestan que la importancia de la conservación de ecosistemas dentro de áreas protegidas radica en que esta contiene la composición, estructura y funcionamiento de los elementos que forman la biodiversidad. Las áreas protegidas poseen gran variedad de riqueza florística y faunística, tal es el ejemplo de la Reserva Ecológica Arenillas de la Provincia de El Oro localizada en la región Tumbesina que contiene ecosistemas de Ecuador y Perú goza de gran endemismo (Espinosa et al., 2016).

(Aguirre et al., 2018) plantean que el bosque seco va mucho más allá de la pérdida de las condiciones de vida en la que se propicia su desarrollo; de él se derivan bienes y servicios indispensables para el desarrollo socioambiental del lugar; la diversidad biológica de un bosque seco es amplia, además de albergar especies con endemismo importantes del lugar, que además, poseen características de adaptación ante condiciones extremas.

El 54,2% de bosques secos se encuentran en Sudamérica (Newton et al., 2006), dentro de los países latinoamericanos, existe una degradación en cuanto a este tipo de ecosistemas, el bosque seco tropical hace énfasis en riqueza y biodiversidad. Sin embargo, comparando estadísticas anteriores con las actuales, en base en investigaciones realizadas por (Aguirre Mendoza et al., 2017), se puntualiza que en Ecuador se ha dado una reducción considerable del 60 al 75% de bosque seco en comparación a años anteriores. En Ecuador el bosque seco se encuentra generalmente en la región costa, el mismo que ha sufrido una degradación debido a la población aledaña del lugar y a sus actividades productivas.

En la provincia de El Oro se encuentra ubicada la Reserva Ecológica de Arenillas, la misma que alberga especies de importancia florística y faunística, este tipo de bosque es importante no solo por los bienes y servicios proporcionados, sino también para el desarrollo de la parte local, desde un enfoque sostenible, que posibilite la preservación de la biodiversidad que caracteriza al lugar.

La REAr es una zona conocida por su alto endemismo, representa gran nivel de importancia ya que, en base a diferentes estudios de riqueza y biodiversidad realizados en esta área protegida, (Espinosa et al., 2016), puntualizan que existe una relación positiva entre la riqueza y el tamaño de la Reserva por lo que es indispensable tomar en consideración su estudio.

A pesar de su importancia biológica, los bosques secos de la Región Sur del Ecuador no están siendo protegidos eficientemente y poco se conoce acerca de la dinámica, estructura y procesos ecológicos que se suscitan en ellos, razón por la cual con el propósito de documentar la estructura y composición florística de los bosques secos (Muñoz et al., 2014).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio se encuentra en la Reserva Ecológica Arenillas, ubicada entre los cantones Huaquillas y Arenillas cubriendo un total de 13 170 ha., desde 3°27'30.94" a 3°39'37.49" latitud sur y 80° 9'18.65" a 80° 9'47.93" de longitud oeste. Esta área protegida contiene una mezcla de bosques secos, matorral desértico y manglares. El clima de la zona de estudio que presenta es cálido-seco, con una temperatura media de 24 °C., las precipitaciones varían de acuerdo con las zonas climáticas: Zona cálida árida: menor a 350 mm/año; Zona cálida muy seca: 300–500 mm/año; Zona cálida seca: 500–1000 mm/año.

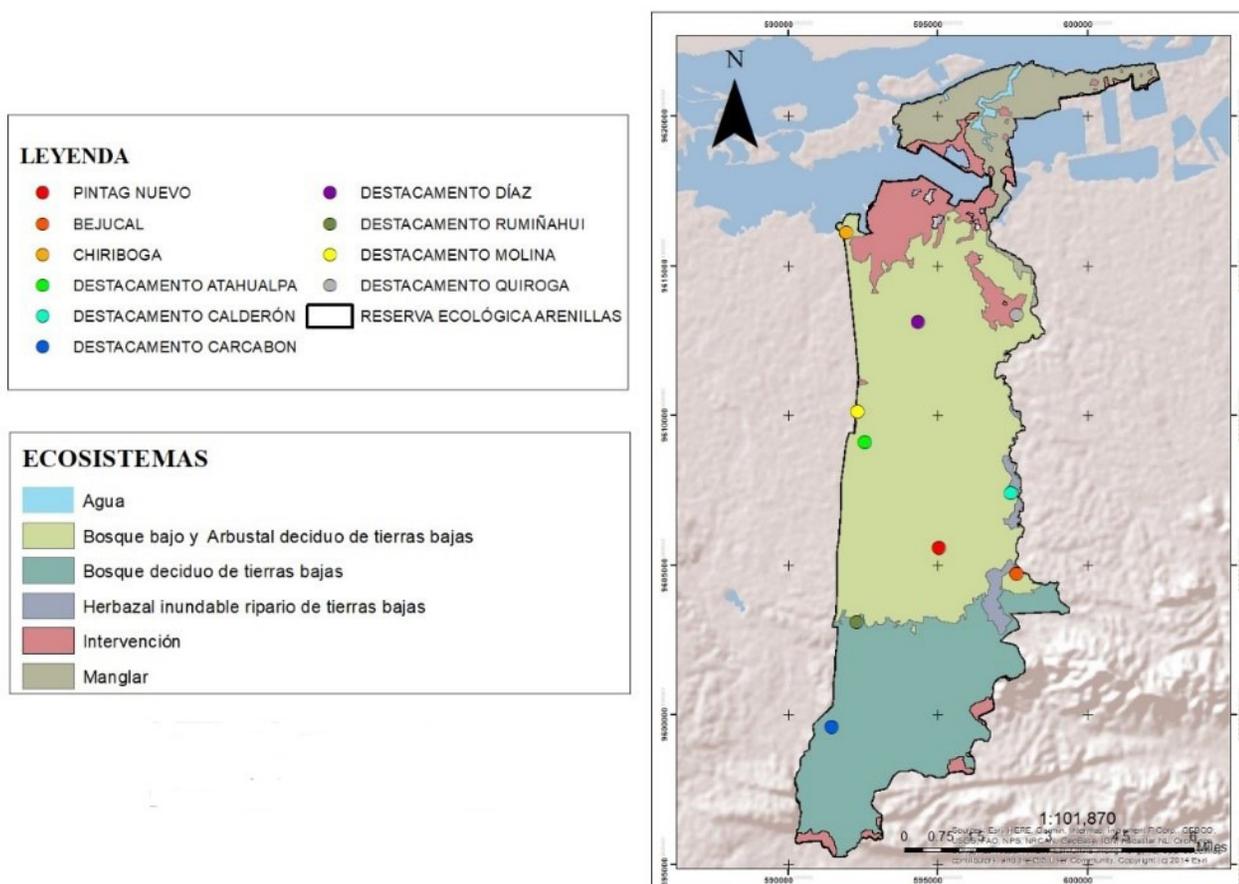


Figura 1. Localización geográfica de los lugares muestreados dentro de la Reserva Ecológica Arenillas

Se tomaron como referencia 10 puntos de muestreo con parcelas de 600 m<sup>2</sup> (Braun Blanquet, 1964), para la selección arbórea se tomaron los datos de todos los árboles y arbustos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm; la altura total se midió con ayuda de un clinómetro electrónico ECII D HAGLÖF y la identificación de las especies se la realizó mediante toma de muestras, fotografías de las características botánicas, utilizando guías, herbarios electrónicos y bases de datos como GBIF y Trópicos.org.

### Composición florística

Se utilizó el índice de valor de importancia (IVI), el cual fue determinado para cada unidad de muestreo, este fue desarrollado por (Curtis & McIntosh, 1951) y aplicado por (Pool et al., 1977). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en comunidades de los diferentes puntos muestreados, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área basal}}{\text{área total}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \text{Ecuación 2}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \text{DAP}^2 \quad \text{Ecuación 3}$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{área basal}}{\text{área total}} \times 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \text{Ecuación 5}$$

La Frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Número de parcelas}}{\text{Número total de parcelas}} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \text{Ecuación 7}$$

### Diversidad de especies

#### Riqueza específica (S)

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir

riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Índice de diversidad de Margalef

$$DMg = (S-1) / LN(N) \text{ Ecuación 8}$$

**Donde:**

S= número de especies

N= número total de individuos

LN =Logaritmo natural.

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988).

### Dominancia

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Índice de Simpson

$$\lambda = \sum pi^2 \text{ Ecuación 9}$$

**Dónde:**

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Magurran, 1988)

### Equidad

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, por lo que se describen en este artículo.

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum pi \ln pi \text{ Ecuación 10}$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, se asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición florística

Dentro del área estudiada se registraron 407 individuos pertenecientes a 21 especies de importancia forestal representadas por 11 familias. La familia más sobresaliente por su dominancia fue Fabacea con nueve especies (42,85%), seguido de Capparaceae y Malvaceae con dos especies cada una (9,52%) y las 8 familias restantes con una especie (5,95%). La riqueza específica es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

### Índice estructural

Las especies con alto índice de valor importancia fueron *Ceiba trichistandra*, *Handroanthus chrysanthus* y *Cochlospermum vitifolium*; los valores de frecuencia y densidad relativas determinaron el IVI (Tabla 1). La variación en el incremento radial o diámetro de las especies varía mucho entre especies y condiciona la época lluviosa de la seca, es por eso que *Ceiba trichistandra* tiene una mayor representatividad en la dominancia frente al resto de especies

**Tabla 1.** Relación de especies presentes en la REAr y el índice de importancia.

Especie	Fr	Dr.	Dom. R.	IVI
Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex W.Hill	6,8181818	3,980	1,178959	11,9772
Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	4,5454545	6,965	4,7619562	16,2726
Libidibia glabrata (Kunth) C.Cast. & G.P.Lewis	9,0909091	7,214	1,787381	18,0922
Colicodendron scabridum (Kunth) Hutch.	6,8181818	5,970	5,0990533	17,8874
Ceiba trischistandra (A.Gray) Bakh.	4,5454545	4,975	44,058706	53,5793
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose	3,4090909	2,985	0,5138076	6,9080
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	9,0909091	11,940	4,421524	25,4527
Cordia lutea Lam.	2,2727273	0,995	0,3645866	3,6323
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	2,2727273	5,473	1,0108032	8,7562

Eriothea ruizii (K.Schum.) A.Robyns	6,8181818	8,458	5,5757914	20,8517
Erythrina velutina Willd.	3,4090909	2,985	9,942861	16,3370
Erythroxyllum glaucum O.E.Schulz.	4,5454545	0,746	2,7871695	8,0789
Geoffroea spinosa Jacq.	6,8181818	7,214	3,2720222	17,3041
Loxopterygium huasango Spruce ex Engl.	3,4090909	0,746	5,2355036	9,3909
Piptadenia flava (Spreng. ex DC.) Benth.	1,1363636	0,249	0,3519063	1,7370
Piscidia carthagenensis Jacq.	2,2727273	0,249	3,7579685	6,2795
Pithecellobium excelsum (Kunth) Mart.	2,2727273	1,493	0,2805375	4,0458
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	6,8181818	9,204	1,9392538	17,9614
Senna mollissima (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	2,2727273	1,990	0,4453814	4,7082
Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	1,1363636	1,990	1,6158962	4,7423
Handroanthus chrysanthus subsp. chrysanthus	10,227273	14,179	1,5989315	26,0053
Total	100	100	100	300

La familia con mayor representatividad fue Fabaceae con nueve especies, teniendo *Prosopis juliflora* 37 individuos frente a *Handroanthus chrysanthus* con 57, pero la falta de más especies dentro de la familia Bignoniaceae hace que la Familia Fabaceae tenga mayor representatividad en la riqueza de individuos. (Figura 2).

**Tabla 2.** Relación de especies frente al número de individuos.

Familia	Especie	Nº Individuos
Cactaceae	Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex W.Hill	16
Burseraceae	Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	28
Fabaceae	Libidibia glabrata (Kunth) C.Cast. & G.P.Lewis	29
Capparaceae	Colicodendron scabridum (Kunth) Hutch.	24
Malvaceae	Ceiba trischistandra (A.Gray) Bakh.	20
Fabaceae	Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose	12
Cochlospermaceae	Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	48
Cordiaceae	Cordia lutea Lam.	4
Capparaceae	Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	22
Malvaceae	Eriothea ruizii (K.Schum.) A.Robyns	34
Fabaceae	Erythrina velutina Willd.	12
Erythroxyllaceae	Erythroxyllum glaucum O.E.Schulz.	5
Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	29
Anacardiaceae	Loxopterygium huasango Spruce ex Engl.	3
Fabaceae	Piptadenia flava (Spreng. ex DC.) Benth.	1
Fabaceae	Piscidia carthagenensis Jacq.	4
Fabaceae	Pithecellobium excelsum (Kunth) Mart.	6
Fabaceae	Prosopis juliflora (Sw.) DC.	37
Fabaceae	Senna mollissima (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	8
Rubiaceae	Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	8
Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus subsp. Chrysanthus	57
TOTAL		407

La especie con mayor número de individuos fue *Handroanthus chrysanthus* subsp. *Chrysanthus* de la familia *Bignonaceae* frente a *Piptadenia flava* (Spreng. ex DC.) Benth. con apenas un individuo, por lo que el análisis de los muestreos realizados demostró que los patrones observados fueron diferentes debido a la diferencia geográfica en la que se encuentran, esto podría ser un factor relevante en la composición de la riqueza específica dentro del área protegida.

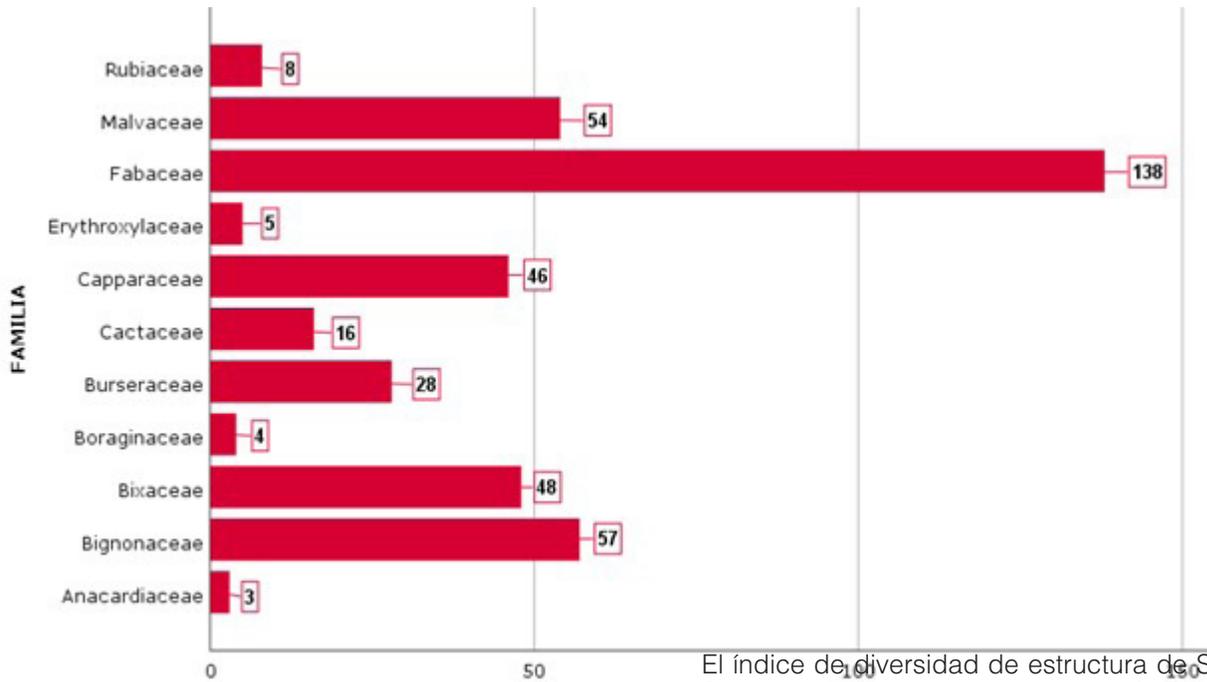


Figura 2. Distribución del número de individuos en cada familia

El índice de diversidad de estructura de Shannon (Tabla 2) muestra una diversidad heterogénea, pues los valores reportados en las diez parcelas evaluadas presentan una variación del índice entre 0,61 a 1,03 lo que según Magurán 1998 podría interpretarse como diversidad baja.

Diversidad, dominancia y riqueza de especies

La diversidad de Simpson demuestra que la probabilidad de que exista relación de especies parecidas en las diferentes parcelas es baja, por otro lado, la riqueza específica de Margalef encontrada en los sitios de estudio señala que la distribución de las especies no es uniforme.

Tabla 3. Índices de diversidad alfa a nivel de parcela

Descriptor	Parcelas evaluadas									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P8	P10
Riqueza específica Margalef	3,24	3,23	1,81	1,94	1,44	1,33	1,37	2,31	1,91	1,73
Diversidad alfa, shannon	1,03	1,02	0,73	0,78	0,61	0,78	0,66	0,98	0,70	0,66
Dominancia de simpson	0,11	0,11	0,24	0,19	0,29	0,19	0,25	0,13	0,28	0,22
Diversidad de simpson	0,89	0,89	0,76	0,81	0,71	0,81	0,75	0,88	0,72	0,74

La baja similitud florística observada entre las áreas de estudio, puede ser explicada por las diferentes condiciones edáficas presentes en cada tipo de vegetación (reacción del suelo, aluminio intercambiable, pedregosidad, profundidad, entre otras) (Soler et al., 2012).

La figura 3 muestra la similitud entre los diferentes índices de riqueza, diversidad y dominancia alfa que existen entre los 10 lugares muestreados, mediante la gráfica se puede observar las diferencias que hay entre unos sitios y otros, ya que no existe una distribución uniforme.

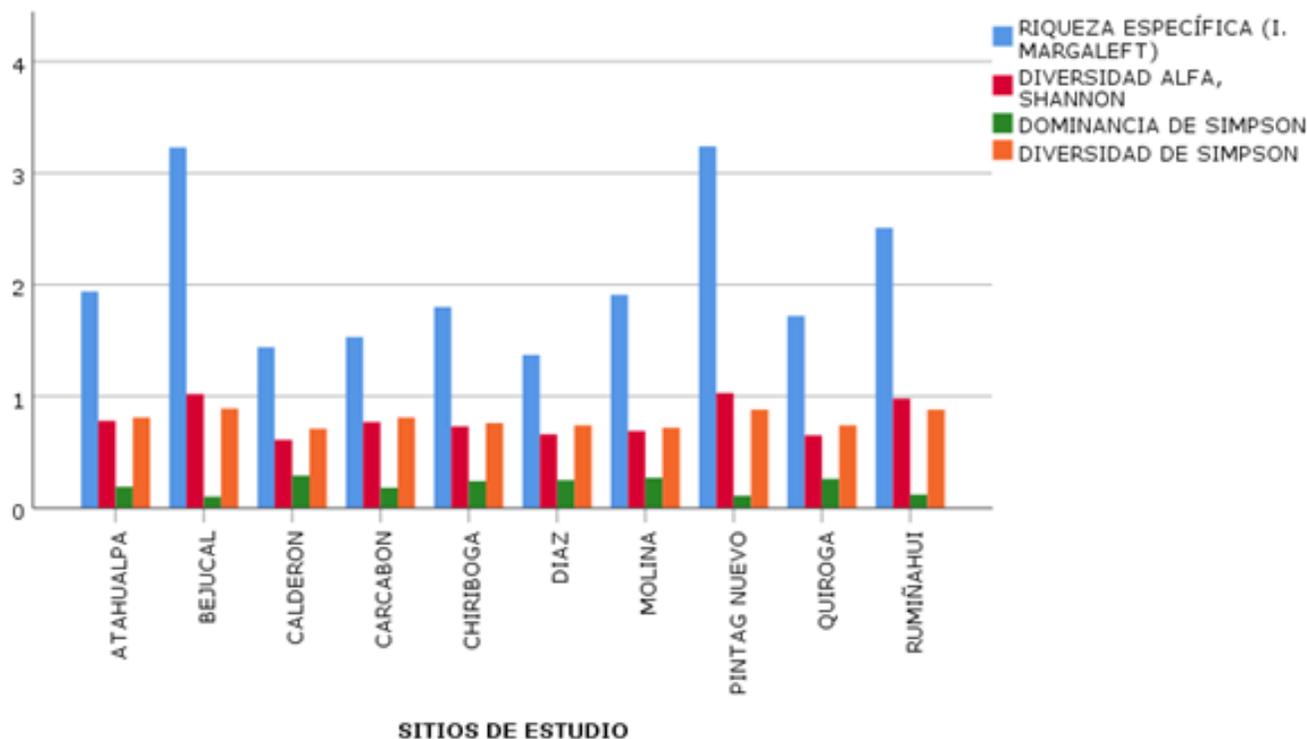


Figura 3. Representación de los índices de diversidad alfa en las parcelas muestreadas

El análisis de la dominancia y diversidad de especies dentro de la Reserva Ecológica Arenillas permite identificar las se reportaron especies arbóreas que se encuentran dentro del 35 % de especies exclusivas del gran grupo florístico Andes centrales de la costa (Pennington T. , 2016), estudios similares se reportaron la presencia de 21 especies arbóreas en (Muñoz et al., 2014), esta riqueza es similar a la de (Aguirre et al., 2014) en un bosque seco de Zapotillo con 28 especies.

Dentro de la composición florística del área de estudio se evidenció *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba trichistandra* y *Cochlospermum vitifolium* como las especies de mayor importancia ecológica pues sus valores son los más altos en comparación con el resto de las especies registradas, resultados similares por (Aguirre et al., 2014), quienes reportaron *Simira ecuadoriensis*, *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba trichistandra* como especies de mayor importancia

La composición florística de los bosques secos tropicales en algunos estudios en Ecuador muestran a Fabaceae y Malvaceae como familias con mayor diversidad al igual que las de (Muñoz et al., 2014) quienes registraron a Fabaceae, Nyctaginaceae, Bignoneae, Bombacaceae, Caesalpinaceae en la Quinta experimental El Chilco como las más ricas en número de especies y (Pennington et al., 2009) registraron a Fabaceae (64), Cactácea (24) y Malvaceae (18) como familias representativas en los bosque del Neotrópico de los Bosques secos de los Andes de la Costa.

El DAP no mayor a 10 centímetros, fue uno de los factores que limitó el estudio de otras especies e individuos y la toma de muestras en las parcelas seleccionadas; las estrategias contrastantes en respuesta al clima pueden tener implicaciones para la coexistencia de especies. La variabilidad climática implica la existencia de oportunidades temporales para que cada especie arbórea maximice el crecimiento (García-Cervigón et al., 2019).

## CONCLUSIONES

Se observó dominancia de las familias Fabaceae y Malvaceae. Las especies con mayor IVI fueron *C. trichistandra*, *H. chrysanthus* y *C.vitifolium* dentro de los diez sitios muestreados

La diversidad del bosque seco de la Reserva Ecológica Arenillas reveló diferencias evidentes entre las diferentes zonas del área de estudio, una de las razones de tener este índice es el área muestreada de las parcelas frente a otros estudios realizados en ecosistemas parecidos donde se evaluaron espacios de hasta 10.000 metros cuadrados.

La REAr es un escenario de diversidad biológica interesante para la conservación, estudio y monitoreo de especies de flora para poder entender las funciones principales que desempeña este ecosistema amenazado por la gran presión antrópica a la que está sujeta.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Ministerio de Ambiente y Agua, ya que mediante autorización de investigación científica No 005-2018-IC-FLO/FAU-DPAEO-MAE se pudo realizar los muestreos necesarios en coordinación con los guardas parques de la Reserva Ecológica Arenillas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Mendoza, Z., & Geada - Lopez, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja. *Arnaldoa*, 207-228.
- Aguirre Mendoza, Z., Buri Sivasaca, D., Betancourt, I., & Geada Lopez, G. (2014). Composición florística, estructura y endemismo en una parcela permanente de bosque seco en Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 165 - 178.
- Aguirre, N., Alvarado, J., & Granda, J. (2018). Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja. *Bosques Latitud cero*, 118-130.
- Aguirre, N., Eguiguren, P., Maita, J., Ojeda, T., Samaniego, N., Michael, F., & Aguirre, Z. (2016). Potential impacts to dry forest species distribution under two climate change scenarios in southern Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 18 - 29.
- Braun Blanquet, J. (1964). *FITOSOCIOLOGIA Bases para el estudio de comunidades vegetales*. Madrid: H. BLUME EDICIONES.
- Campo, A., & Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, 25 - 42.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 476 - 496.
- Espinosa, C., Jara-Guerrero, A., Cisneros, R., Sotomayor, J., & Escribano-Ávila, G. (2016). Reserva Ecológica Arenillas ¿un refugio de diversidad biológica o una isla en extinción. *Ecosistemas*, 5 - 12.
- García-Cervigón, A. I., Camarero, J. J., Cueva, E., Espinosa, C. I., & Escudero, A. (2019). Climate seasonality and tree growth strategies in a tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science*, 266 - 280.
- Gerhardt, K., & Hytteborn, H. (Junio de 1992). Natural Dynamics and Regeneration Methods in Tropical Dry Forests: An Introduction. *Journal of Vegetation Science*, 3(3), 361-364. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3235761>
- Haro-Carrión, X., Loiselle, B., & Puts, F. E. (2021). Tree Species Diversity, Composition and Aboveground Biomass Across Dry Forest Land-Cover Types in Coastal Ecuador. *Tropical Conservation Science*, 1 - 13.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Mittermeier, R., Robles, P., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Goettsch, C., . . . G., D. F. (2005). *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions*. Washington: Conservation International.
- Montenegro, O. L. (2009). LA CONSERVACIÓN BIOLÓGICA Y SU PERSPECTIVA EVOLUTIVA. *Acta Biológica Colombiana*, 14, 255-268. Obtenido de <https://www.reDALyc.org/articulo.oa?id=3190/319028030006>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Muñoz, J., Erazo, S., & Armijos, D. (2014). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental "El Chilco" en el surcoccidente del Ecuador. *Revista CEDAMAZ*, 53 - 61.
- Newton, A., DeFries, R., Raviluis, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 491 - 505.
- Pennington, R. T., & Prado, D. E. (261 - 273). Neotropical Seasonally Dry Forest and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 2000.
- Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 437-457.
- Pennington, T. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forest and their conservation implications. *Science*, 1 - 27.
- Pool, D. J., Sneadaker, S. C., & Lugo, A. E. (1977). Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *BIOTROPICA*, 195 -212.
- Soler, P. E., Berroterán, J. L., Gil, J. L., & Acosta, R. A. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía trópica*, 025-038.

# 13

Recibido: enero, 2022 Aprobado: marzo, 2022 Publicado: abril, 2022

## MICROBIOTA DEL SUELO BANANERO: IDENTIFICACIÓN, SELECCIÓN, PROPAGACIÓN Y CONSERVACIÓN DE HONGOS BENÉFICOS

BANANA SOIL MICROBIOTA: IDENTIFICATION, SELECTION, PROPAGATION AND CONSERVATION OF BENEFICIAL FUNGI

William Yandrick Merchán Flores

Email: [wmerchan1@utmachala.edu.ec](mailto:wmerchan1@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7956-3786>

José Nicasio Quevedo Guerrero

Email: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Email: [rmgarcia@utmachala.edu](mailto:rmgarcia@utmachala.edu)

Julio Enrique Chabla Carillo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>,

Email: [jchabla@utmachala.edu](mailto:jchabla@utmachala.edu)

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Domínguez Pacheco, Y. M., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M., Chabla Carillo, J. E. (2022). Microbiota del suelo Bananero: Identificación, Selección, Propagación y Conservación de Hongos Benéficos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 104-114. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

### RESUMEN

*Trichoderma* spp., perteneciente a las especies fúngicas del suelo, son usadas ampliamente en la agricultura, debido a sus múltiples beneficios, en especial al ser antagonista de plagas y enfermedades que presentan los cultivos. El objetivo del presente trabajo fue seleccionar, caracterizar, identificar, propagar y conservar hongos benéficos del suelo. El estudio se desarrolló en la Finca Nueva Era en la vía la Primavera, sector La Iberia, perteneciente al Cantón El Guabo de la provincia de El Oro, Ecuador. Se identificaron varias especies de *Trichodermas* tales como: *T. asperellum*, *T. theobromicola*, *T. spirales*, *T. reesei*, *T. melanomagna*, *T. harzianum*, *T. viride*. Empleando como variables 12 descriptores, que caracterizan a las especies mediante la observación macro y microscópica de las accesiones, los factores más discriminantes fueron número de anillos, ancho del primer anillo y longitud del septo (Nani, AA1, LSep, R5D), el ANOVA presentó significancia para estos descriptores y en el análisis de componentes principales fueron los que permitieron acumular la mayor varianza. El análisis de conglomerados jerárquicos arrojó un dendrograma que permite la identificación de 4 grupos bien definidos: G1 (*T. asper* (1-6); *T. theob* (1-2); *T. spir* (1-3); *T. rees* (1-2)); G2 (*T. rees* 3; *T. melan*); G3 (*T. harz*); G4 (*T. viride*). La diversidad encontrada de *Trichodermas* spp., nos demuestra que podemos tener suelos con una microbiota benéfica muy importante si realizamos un buen manejo de este recurso en la producción bananera.

**Palabras clave:** *Trichoderma* spp., especies, identificación, variables, dendrograma.

### ABSTRACT

*Trichoderma* spp., belonging to the fungal species of the soil, are widely used in agriculture, due to its multiple benefits, especially as it is antagonistic to pests and diseases that crops present. The objective of this work was to select, characterize, identify, propagate, and conserve beneficial soil fungi. The study was carried out at the Nueva Era farm on La Primavera road, La Iberia sector, belonging to the El Guabo Canton of El Oro province, Ecuador. Several species of *Trichodermas* were identified such as: *T. asperellum*, *T. theobromicola*, *T. spirales*, *T. reesei*, *T. melanomagna*, *T. harzianum*, *T. viride*. Using as variables 12 descriptors, which characterize the species through macro and microscopic observation of the accessions, the most discriminating factors were number of rings, width of the first ring and length of the septum (Nani, AA1, LSep, R5D), the ANOVA I present significance for these descriptors and in the principal component analysis they were the ones that allowed the accumulation of the greatest variance. Hierarchical cluster analysis yielded a dendrogram that allows the identification of 4 well-defined groups: G1 (*T. asper* (1-6); *T. theob* (1-2); *T. spir* (1-3); *T. rees* (1-2)); G2 (*T. rees* 3; *T. melan*); G3 (*T. harz*); G4 (*T. viride*). The diversity of *Trichodermas* spp., Shows us that we can have soils with a very important beneficial microbiota if we carry out a good management of this resource in banana production.

**Keywords:** *Trichoderma* spp., Species, identification, variables, dendrogram.

## INTRODUCCIÓN

Los suelos y la actividad microbiana están intrínsecamente relacionados con la productividad de los cultivos, por tal motivo es necesario reforzar el microbiota existente, mediante la incrementación de estos a nivel edáfico, para lo cual se hace necesario levantar un inventario de los géneros y especies presentes en el área de producción.

Los suelos bananeros han sufrido degradación a lo largo del tiempo, a consecuencia de las malas prácticas agrícolas, además de llevar consigo la reducción de la microflora y microfauna cuya presencia es esencial en los procesos de mineralización de la materia orgánica, se debe de buscar mecanismos para evaluar, identificar e incrementar sus poblaciones buscando devolver al suelo sus propiedades, además de ofrecer al sector agropecuario formas innovadoras de implementar estas prácticas a un menor costo, de fácil manejo con óptimos resultados y amigables con el medio (Tuz, 2018).

En el sector bananero según Galecio-Julca, (2020), la aplicación de microorganismos eficientes incrementa el rendimiento del cultivo, además de mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

En el suelo, se encuentran grandes especies de hongos y bacterias, un ejemplo es la *Trichoderma spp.*, el mismo presentan un efecto antagónico, debido a esto, el hombre utiliza para el control de patógenos en el suelo.

Dentro de los microorganismos eficientes tenemos las *Trichodermas spp.*, especies fúngicas del suelo, su uso en la agricultura es amplio debido a una alta gama de beneficios que pueden aportar en aplicaciones como biofertilizantes así mismo funciones de control biológico, además de acelerar el proceso de asimilación de nutrientes mediante la degradación de la biomasa, aportando en los cultivos de manera sistémica la resistencia a patógenos (Umadevi et al., 2018) we studied the impact of *Trichoderma harzianum* on altering the microbial community and its functional dynamics in the rhizosphere soil of black pepper (*Piper nigrum* L..

Al ser una especie que presenta características anaeróbicas facultativas podemos encontrar *Trichoderma spp.*, en la mayoría de cultivos, haciendo esencial su uso, por los diversos beneficios que presenta en el área agrícola, presentando una alta gama de capacidades antagónicas para algunos géneros fúngicos patógenos para los cultivos (Clemencia et al., 2012).

*Trichoderma spp.*, posee una amplia variedad de especies que son usados para el control de patógenos, debido a su funcionamiento antagónico con otros microorganismos que causan enfermedades (Suárez & Cabrales, 2008).

*Trichoderma asperellum* Samuels conforma una de las especies de hongos entomopatógenos que son utilizados para el control de enfermedades, aumentando el desarrollo de la planta, además de potenciar el mecanismo de defensa interno, es eficaz en el control de *Fusarium spp.*, tal como lo demuestra Cruz, et al., (2015).

*Trichoderma theobromicola* posee propiedades antagonista para *Moniliophthora roreri*, debido a la producción de ácido nonanoico, mismo que se puede encontrar en las plantas de cacao (Samuels et al., 2006).

*Trichoderma reesei*, es uno de los microorganismos de gran impacto, aunque comparte características con las demás especies de *Trichodermas spp.*, esta cumple una función esencial como lo es la absorción del cadmio (Cd), según (Romero-bonilla, 1967). Una cualidad que aplicada al agro favorece las zonas cacaoteras, debido a que en sus semillas podemos encontrar la presencia de este metal pesado tóxico en altas cantidades.

*Trichoderma melanomagna* presentan crecimiento rápido en el medio PDA, alcanzando hasta los 35 mm en tres días aproximadamente. No presentan ningún olor distintivo, apareciendo inconscientemente dentro de la muestra (Siddiquee, 2017)

*Trichoderma spirale* Bissett es un hongo que podemos encontrar en los troncos de los árboles de cacao, haciendo que las condiciones idóneas para que se desarrollen idóneamente corresponden entre 25 y 30 °C.

*Trichoderma harzianum* Rifai se encuentra en diversos materiales orgánicos, que se adaptan algunos ambientes los cuales facilitan su distribución, existen otras especies que se ajustan a climas secos o templados, incluso zonas frías (Romero-Arenas et al., 2009) such as *Trichoderma harzianum* biotypes (Th1, Th2, Th3 and Th4).

*Trichoderma viride* Pers se ha identificado por su rugosidad en sus paredes de los conidios, los mismos presentan diferentes tipos morfológicos, por lo tanto cada uno de ellos tiene un diseño de ADN diferente (Martínez et al., 2013).

El trabajo de investigación tiene como objetivo seleccionar, identificar, propagar y conservar la microbiota benéfica del suelo de la Finca Nueva Era, Sector la Iberia, con la finalidad de crear un banco de germoplasma de *Trichoderma spp.*, plenamente identificado para la utilización de futuros proyectos del Agro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Finca Nueva Era en la vía la Primavera, sector La Iberia, perteneciente al cantón El Guabo, de la provincia El Oro, teniendo como coordenadas geográficas las siguientes, latitud: 3° 14' 39,08"S y longitud: 79° 53' 44.97"O. El área total es de 8.54 ha. Según (Villaseñor et al., 2016) la zona corresponde a un clima tropical semi-húmedo, pudiendo encontrar temperaturas superiores a los 24°C. Además de presentar suelos como Entisoles e inceptisoles, que van desde las llanuras hasta el nivel del mar. (Figura 1)

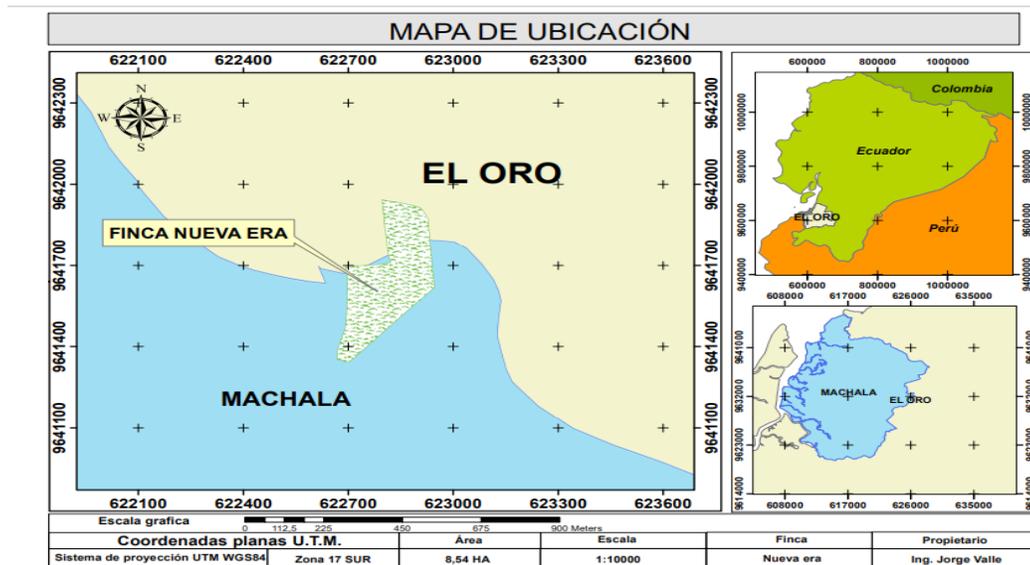


Figura 1. Ubicación del área de estudio

## Metodología

### Recolección de muestras de suelo

El suelo se recolectó en la banda de fertilización de las plantas de banano, para evitar el daño al sistema radicular, se extrajo de los primeros 25 cm de profundidad en bandejas plásticas perforadas para mantener la aireación y humedad. Estas muestras fueron llevadas hasta los laboratorios de la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, para un acceso más fácil y agilizar el proceso.

### Captura de microorganismos

Para la captura de microorganismos se hizo uso de trampas de arroz colocadas en vasos descartables, cubiertos con gasas debido a su porosidad que permiten el paso de los agentes fúngicos, logrando que se desarrollen con facilidad.

Al paso de tres días se revisaron las trampas para corroborar la incidencia de la población, es así que podemos encontrar macroscópicamente coloraciones predominantes de hongos, de manera repetitiva se encontraban tintaciones verdes, amarillos, blancos, rojo y negro; este último en mayores cantidades que los demás, aunque no en todas las muestras.

### Conservación de microorganismos

Los microorganismos benéficos, de forma macroscópica se presentan en los colores amarillo, blanco y verde; de esta forma se seleccionaba los granos de arroz con estas coloraciones lo más puras posibles, aislándolas de las demás en tubos de ensayo plásticos, agregando gel de sílice que cumple la función de absorber la humedad llegando a conservar las muestras hasta por 1 año, manteniendo su viabilidad sin alterar la información genética

del mismo. Este procedimiento reduce todo crecimiento fúngico además de ralentizar el metabolismo, una de las ventajas que conlleva el uso de este método es que las especies de *Phytophthora* y *Pythium* no llegan a desarrollarse en este medio (Gato, C, 2010).

### Plaqueo

El plaqueo se realiza en la cámara de flujo laminar, que previamente se desinfectó con alcohol y luz Ultravioleta (UV) durante 15 minutos. Se coloca por caja Petri un total de 20 ml de medio, se deja enfriar y se tapa (Rodrigo & Quintero, 2007). Dentro de este equipo permanecen las cajas Petri con la luz UV encendida durante 15 minutos más, al paso de este tiempo se apaga la luz y se dispersan los fotones residuales, asegurando el reingreso a la cámara.

### Reactivación de microorganismos

Para proceder a reactivar las cepas, estas tienen que ser llevadas a sembrar en medios de cultivo, recuperando su capacidad de propagación, permitiéndole expresar masivamente el desarrollo de las muestras que con anterioridad se recolectaron.

La temperatura y humedad son factores claves para el crecimiento y reproducción de microorganismos, haciendo posible la conservación de los hongos benéficos (Freire, 2021).

Para la preparación del medio se lo realizó con agar de Malta 33,6 g por litro de agua, se agrega un antibiótico y esto es llevado al microondas alrededor de 3 a 4 minutos hasta que llegue al punto de ebullición, seguidamente es colocada en recipientes de vidrio y sellándolas con papel aluminio aseguradas con cinta de papel, y llevadas al autoclave a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos juntos con las asas de siembra y cajas Petri.

## Siembra de microorganismos

Las muestras conservadas con el gel de sílice, se les retira una porción del hongo y es inoculado directamente al medio de cultivo haciendo uso de las asas de siembra, adicional a esto se procedió a colocar un punto en la parte posterior de la caja Petri marcando el centro de la misma, que señalará el sitio de siembra y será punto de partida para la toma de futuros datos de mediciones de crecimiento.

En la primera siembra se procedió a observar varias tinciones procedentes de una misma muestra, es así, que para purificarlas se procede a repicar hasta obtener macroscópicamente una colonización más uniforme, tanto en la tonalidad como en la reproducción, las observaciones se las realiza a los 5 y 9 días después de sembrado.

Obtenidas las muestras puras se procede a identificar, para esto se hizo uso de la técnica de la cinta, con mucha delicadeza se procede a tocar la muestra, consiguiendo pequeñas porciones del hongo, esta se pega en

el portaobjeto y es llevada directamente al microscopio donde se realiza la observación con una lente de 40x de resolución.

La identificación de *Trichoderma* spp., se realizó con el respaldo de información obtenida de, "Practical Handbook of the Biology and Molecular Diversity of *Trichoderma* Species from Tropical Regions" capítulo 4, relacionado a "Morphology-Based Characterization of *Trichoderma* Species" (Siddiquee, 2017)

En el proceso se realizó la comparación fotográfica de imágenes microscópicas de las muestras, para tener una identificación plena, se hizo uso de la caracterización de conidios por su forma, distribución de conidiosporos e hifas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados derivados del trabajo se muestran a continuación. Dichas observaciones fueron tomadas con una resolución de 40x.

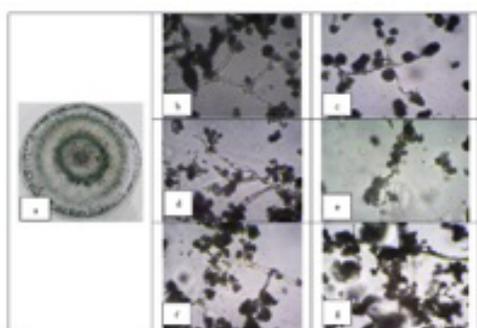


Figura 2: *Trichoderma asperellum* Samuels

a) Observación macroscópica; b-g) Observación microscópica de hifas y esporas.

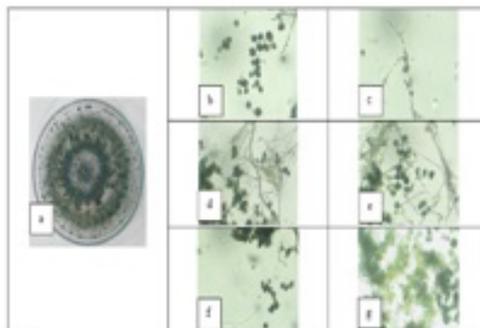


Figura 3: *Trichoderma asperellum* Samuels

a) Observación macroscópica; b-c) Hifas y conidios; d-e) Hifas y conidióforo; f-g) Hifas y conidios.

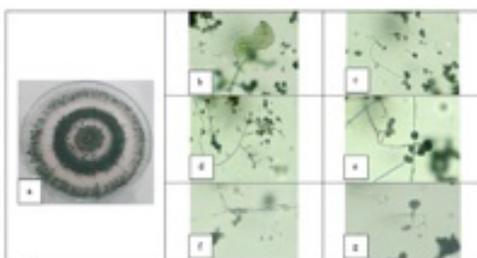


Figura 4: *Trichoderma asperellum* Samuels

a) Observación macroscópica; b-c) Hifas y conidios; d-e) Conidios; f-g) Hifas y conidios.

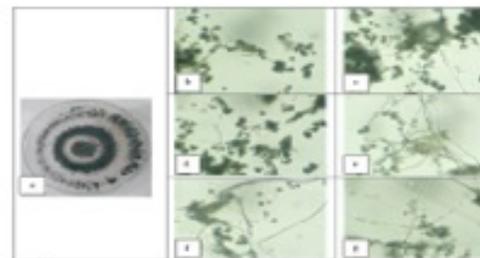


Figura 5: *Trichoderma asperellum* Samuels

a) Observación macroscópica; b) Conjunto de conidios; c-g) Estructuras de hifas y conidios.

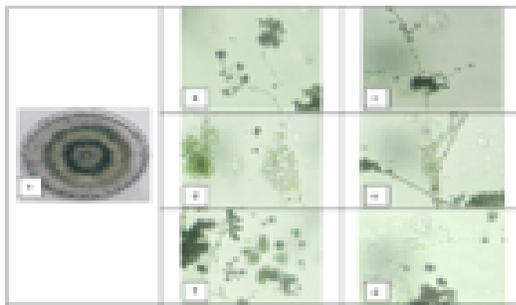


Figura 6: *Trichoderma asperellum* Samuelis

a) Observación macroscópica; b) conidios; c-f) Hifas y conidios; g) Agrupación de conidios.

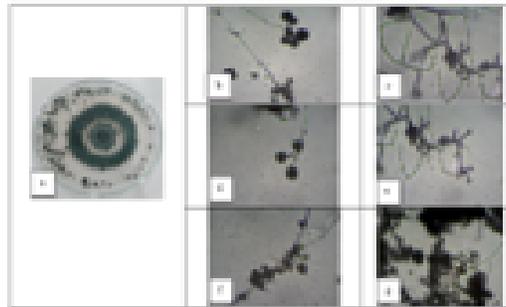


Figura 7: *Trichostema asperellum* Samuelis

a) Observación macroscópica; b-f) Distribución de hifas y conidios; g) Estructura de hifas.



Figura 8: *Trichoderma asperellum* Samuelis

a) Observación macroscópica; b-e) Estructura de hifas; d-f) Producción de conidios.

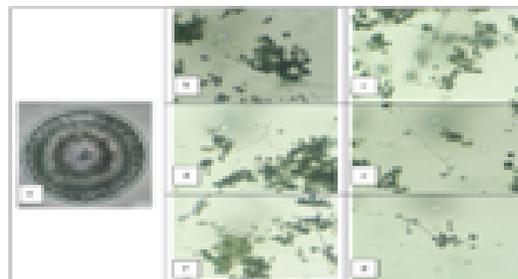


Figura 9: *Trichoderma theobromicola* Samuelis

a) Observación macroscópica; b-g) Distribución de hifas, estructuras y conidios.

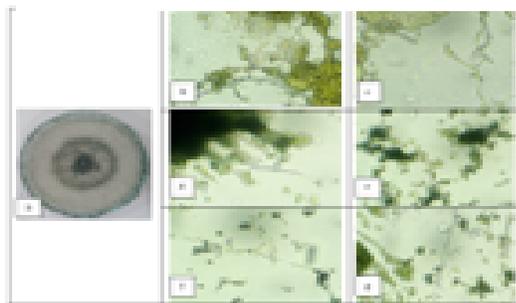


Figura 10: *Trichostema theobromicola*

a) Observación macroscópica; b-g) Distribución de hifas y conidios, formando estructuras.



Figura 11: *Trichostema spinale* Bissett

a) Observación macroscópica; b-c) estructura de hifas y esporas; d-g) Distribución de hifas y conidios.

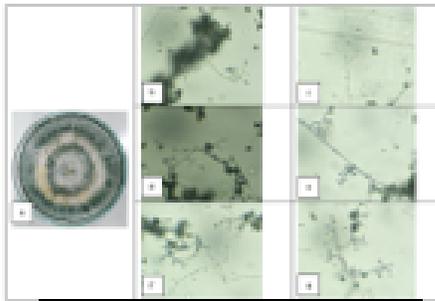


Figura 12: *Trichoderma sporale* Bisson

a) Observación macroscópica; b-c) Distribución de hifas y conidios; d-e) Estructura de hifas; f-g) Agrupación de conidios

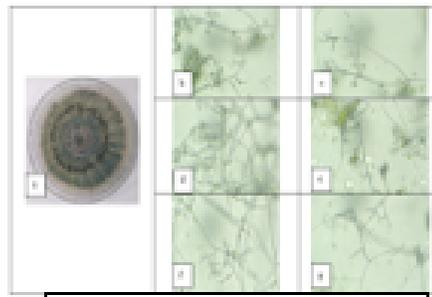


Figura 13: *Trichoderma sporale* Bisson

a) Observación macroscópica; b-f) Estructura de hifas; g) Conidióforo y conidios.

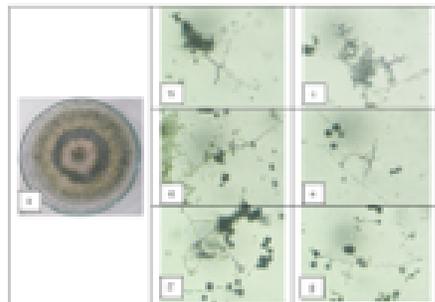


Figura 14: *Trichoderma reesei*

a) Observación macroscópica; b-c) Distribución de hifas; d-g) Distribución de hifas y conidios.



Figura 15: *Trichoderma reesei*

a) Observación macroscópica; b-c) Hifas y producción de conidios; d-f-g) Estructuras de hifas; e) Conidios.

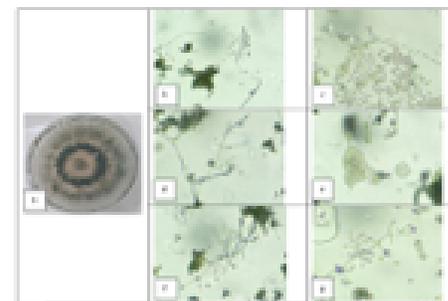


Figura 16: *Trichoderma reesei*

a) Observación macroscópica; b-c) Estructura de hifas, d-g) Hifas y conidios con su distribución.

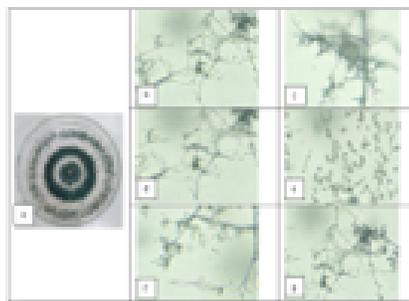


Figura 17: *Trichoderma reesei*

a) Observación macroscópica; b-c) Estructura de hifas, d-g) Hifas y conidios.

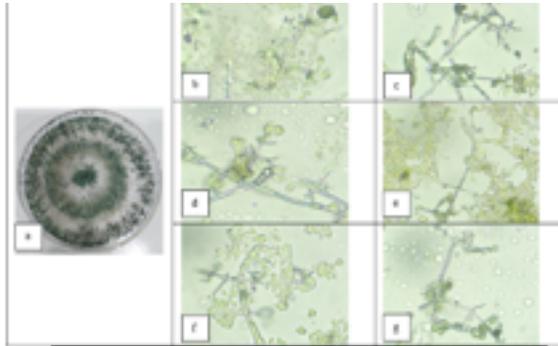


Figura 18: *Trichoderma harzianum* Rifai

a) Observación macroscópica; b-d) Estructura de hifas; e-g) Producción de conidios en altas cantidades.

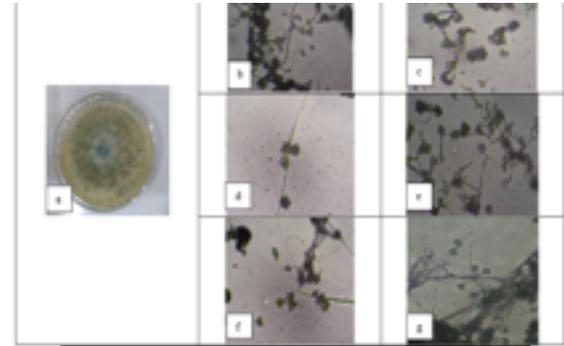


Figura 19: *Trichoderma viride* Pers

a) Observación macroscópica; b-d) Estructura de hifas; e-g) Producción de conidios.

#### *Trichoderma asperellum* Samuels

Su reproducción en placas Petri es formada por dos a tres anillos concéntricos, de color verde con textura algodonosa, hifas alargadas, en su mayoría presenta esporulación en forma de racimos, además que sus conidios tienden alcanzar medidas de entre 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017)

#### *Trichoderma theobromicola*

Presenta un desarrollo en forma de anillos concéntricos, de color verde característico y textura algodonosa, además presenta hifas alargadas con producción de esporas subglobosas con medidas que van desde los 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017)

#### *Trichoderma spirale* Bissett

Su desarrollo es en forma de anillos concéntricos de textura algodonosa de color verde, además de presentar una pigmentación amarillenta, presenta hifas alargadas con terminaciones ramificadas, conidios de forma ovoide con medidas de 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017)

#### *Trichoderma reesei*

Su producción está formada por dos anillos concéntricos, no presenta micelios aéreos que dan la textura algodonosa, la hifas primarias son alargadas además de presentar filiares en forma de ramificaciones emparejados, sus conidios son de forma ovoide con paredes lisas, de unas dimensiones de 3 a 5  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017)

#### *Trichoderma melanomagna*

Su reproducción en las placas Petri forma tres anillos concéntricos de coloración verde, con textura algodonosa, presenta estructuras en forma piramidal con ramificaciones, el eje principal culmina en una extensión estéril, su esporulación comprende en conidios de forma ovoide con dimensiones de entre 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017)

#### *Trichoderma harzianum* Rifai

Su reproducción en cajas Petri demuestra la producción de esporulación intensa e forma de anillos concéntricos, con una textura algodonosa. Contiene hifas alargadas con tres o cuatro ramificaciones, presentando una esporulación de forma subglobosa alcanzando medidas de 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017) slide culture techniques, macroscopic and microscopic analysis, and molecular tools. Most species of the genus *Trichoderma* grow rapidly in artificial culture and produce large numbers of small green or white conidia from conidiogenous cells located at the ends of conidiophores. The morphological characters are reported to be variable to a certain degree in their color, shape of conidia, conidiophore, pustules and phialade. These characteristics allow a comparatively easy means of identification of *Trichoderma* as a genus, but the species concept is difficult to deduce and there is considerable confusion over the application of specific names. This work provides an essential link between data and taxa as a means to verify the taxonomic characters of the strains sequenced, and macroscopic and microscopic characteristics. Otherwise, a species level identification study cannot be corrected or uncorrected and the user has to rely on the person making the misidentification. . Preface; Contents; About the Author; Chapter 1: The Basic Concept of Microbiology; 1.1 Aseptic Technique and Safety; 1.2 Good Microbiological Laboratory Practices (GMLP).

#### *Trichoderma viride* Pers.

Tiene un desarrollo en forma de polvoriento con una tonalidad entre amarilla y anaranjada, presenta conidios de forma subglobosa con medidas que van desde las 3-4  $\mu\text{m}$  (Siddiquee, 2017) slide culture techniques, macroscopic and microscopic analysis, and molecular tools. Most species of the genus *Trichoderma* grow rapidly in artificial culture and produce large numbers of small green or white conidia from conidiogenous cells located at the

ends of conidiophores. The morphological characters are reported to be variable to a certain degree in their color, shape of conidia, conidiophore, pustules and phialade. These characteristics allow a comparatively easy means of identification of *Trichoderma* as a genus, but the species concept is difficult to deduce and there is considerable confusion over the application of specific names. This work provides an essential link between data and taxa as a means to verify the taxonomic characters of the strains sequenced, and macroscopic and microscopic characteristics. Otherwise, a species level identification study cannot be corrected or uncorrected and the user has to rely on the person making the misidentification. . Preface; Contents; About the Author; Chapter 1: The Basic Concept of Microbiology; 1.1 Aseptic Technique and Safety; 1.2 Good Microbiological Laboratory Practices (GMLP).

### Análisis de componentes principales

Previo al análisis de los componentes principales se estableció el proceso de Estadísticos descriptivos mediante el software IBM SPSS Statistics, con una previa estandarización de los valores, para que estos se encuentren dentro de una misma unidad y se pueda realizar el proceso de manera efectiva (Berlanga-Silvente et al., 2014).

Mediante la implementación de este análisis se establecen los componentes más discriminantes, que son aquellos que permiten la explicación de la información contenida dentro de cada accesión utilizada.

**Tabla 1:** % de información explicable del análisis factorial

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Puntuación Z(R5D)	1.000	.816
Puntuación Z(R9D)	1.000	.621
Puntuación Z(Dcol)	1.000	.802
Puntuación Z(Nani)	1.000	.887
Puntuación Z(AA1)	1.000	.819
Puntuación Z(AA2)	1.000	.726
Puntuación Z(AA3)	1.000	.815
Puntuación Z(Lcon)	1.000	.743
Puntuación Z(Acon)	1.000	.764
Puntuación Z(Dcon)	1.000	.703
Puntuación Z(LSep)	1.000	.819
Puntuación Z(Colr)	1.000	.587

Método de extracción: análisis de componentes principales.

La tabla muestra las correlaciones existentes entre los factores, teniendo en consideración que, si el valor de extracción es bajo, la información explicable del descriptor será baja o no tendrá una incidencia significativa, caso contrario sucede si el valor de extracción es alto, la información explicable del factor es alta, para los descriptores empleados.

Mediante el análisis de varianza, presento 4 variables que conforman el 75,84% de la varianza, la primera variable explica el 27,248%, la segunda variable explica el 20,218%, la tercera variable explica el 15,710% y la cuarta variable explica el 12,666%.

**Tabla 2:** Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3.270	27.248	27.248	3.270	27.248	27.248	3.024	25.200	25.200
2	2.426	20.218	47.466	2.426	20.218	47.466	2.098	17.486	42.687
3	1.885	15.710	63.176	1.885	15.710	63.176	2.005	16.710	59.397
4	1.520	12.666	75.843	1.520	12.666	75.843	1.974	16.446	75.843

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Para el análisis se establecieron 4 componentes principales que explican un 75.84% (Tabla 2), suficiente para la agrupación de caracteres, facilitando su comprensión teniendo en cuenta que, para dicha interpretación es necesario la selección de componentes principales, aquellos que expliquen como un mínimo del 70% de la variabilidad Cliff, N. (1987).

En la Tabla 3 se observa cuatro componentes principales que son los más discriminantes al momento de la elaboración de un dendrograma en el proceso de agrupación.

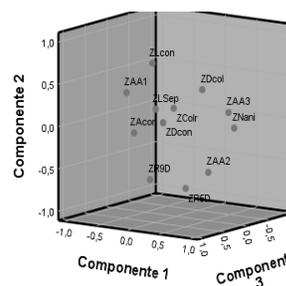
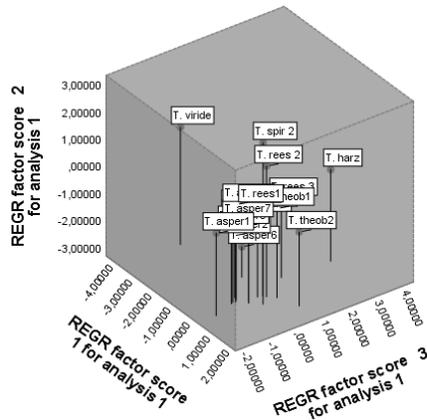


Figura 20: Distribución de los descriptores sobre los tres componentes principales

Estandarizando los valores (representados en una misma unidad), para cada uno de los descriptores, se logra una proyección de los datos sobre los tres componentes observados en los ejes principales, considerando la existencia de dispersión de los descriptores empleados para la caracterización (Figura 20).

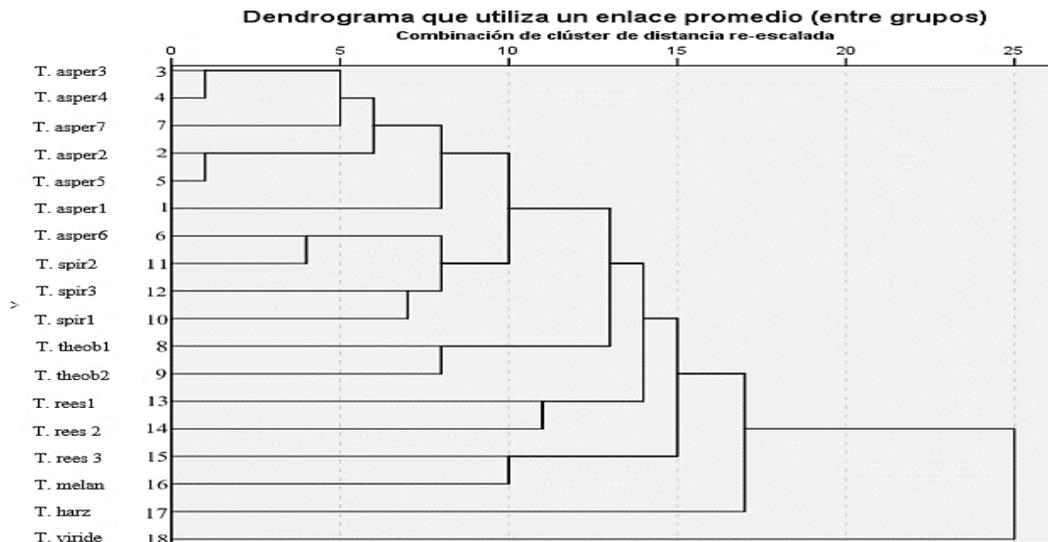


**Figura 21:** Proyección de los tipos de *Trichoderma* sobre los tres componentes principales

### Análisis de conglomerados

Para establecer diferencia significativa entre los descriptores, se emplea un dendrograma que denota las distancias de similitud como se puede apreciar en la Figura 22, agrupando las diferentes accesiones por sus promedios de los descriptores utilizados dando paso a la formación de 4 grupos.

Con un valor de correlación de 15 se formaron grupos plenamente definidos, además se crease subgrupos conformados de manera independiente, adicionalmente se siguen creando pequeños sub-grupos que van asociando de acuerdo a su similitud de sus descriptores (Figura 22).



**Figura 22:** Dendrograma de agrupación de los descriptores utilizados

#### Grupo 1

Conformado por 14 accesiones de trichoderma, dentro de las cuales se agrupan especies de *T. asperellum*, *T. spirale*, *T. theobromicola*, *T. reesei*; *T. Asperellum* tiene un grupo bastante diferenciado por tener una alta similitud entre las diferentes muestras observadas. Aunque *T. asper* 6, conserva algunas características que tienen una correlación media a *T. spir* 2, pero compartiendo más características con sus aparentados *T. spir* 1 y 3. *T. theob* 1 y 2 se encuentran dentro de estos grupos pero tienen una mayor correlación entre ellas que con los demás grupos.

#### Grupo 2

*T. rees* 3 y *T. melan*, comparten ciertas similitudes que las asocian dentro de un grupo, aunque su distintivo está en la observación microscópica de sus hifas (Figura 17), que las caracterizan a una especie diferente, siendo *T. rees* 3 quien guarda una mayor relación con sus antecesoras *T. rees* 1 y 2.

#### Grupo 3

Dentro de este grupo solo se encuentra *T. harz* que no comparte características con las demás especies,

haciendo distintivas las observaciones precisadas por los descriptores utilizadas en este estudio.

#### Grupo 4

Únicamente en este grupo, podemos encontrar a *T. viride* quien no comparte características con las demás especies, haciendo que demuestre notable diferencia en las observaciones macro y microscópicas de la especie empleadas en este estudio.

### CONCLUSIONES

La diversidad encontrada de *Trichoderma* spp., nos demuestra que podemos tener suelos con una microbiota benéfica muy importante si realizamos un buen manejo de este recurso.

Es importante la selección de descriptores claves, que permitan una identificación precisa, sea el caso de las observaciones microscópicas, ya que presentan diferencias significativas entre las especies. Los descriptores más discriminantes empleados para la elaboración de los diferentes gráficos y tablas fueron: Nani, AA1, L5ep, R5D; Siendo capaces de agrupar especies tales como: *T. asperellum* Samuels, *T. theobromicola*, *T. spirale* Bissett, *T. reesei*, *T. melanomagna*, *T. viride* Pers, *T. harzianum* Rifai.

La propagación a base de sustrato de arroz, permiten su crecimiento y desarrollo debido a la alta cantidad de carbohidratos que contiene, siendo su fuente de alimentación.

Se optó por realizar el proceso de conservación con sálica gel que presenta características de preservación selectiva para el género de *Trichoderma* spp., este absorbe su humedad y las mantiene viables hasta por un año, haciendo posible su uso en futuros proyectos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Berlanga-Silvente, V., Rubio-Hurtado, M. J., Torrado-Fonseca, M., & Vilà-Baños, R. (2014). Cómo aplicar un análisis jerárquico en SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 7(1), 113–127. <http://revistes.ub.edu/index.php/REIRE>

Chaverri, P., Castlebury, L. A., Overton, B. E., & Samuels, G. J. (2003). Hypocrea/Trichoderma: Species with conidiophore elongations and green conidia. *Mycologia*, 95(6), 1100–1140. <https://doi.org/10.1080/15572536.2004.11833023>

Clemencia, G., Cañizalez, L., Castillo, C., & Olivar, R. (2012). Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. *Evaluación in Vitro de Aislamientos de Trichoderma Harzianum Para El Control de Rhizoctonia Solani, Sclerotium Rolfsii y Fusarium Oxysporum En Plantas de Tomate*, 32(1), 44–49. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562012000100009&Ing=es&nrm=iso&tln-g=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562012000100009&Ing=es&nrm=iso&tln-g=es)

Cliff. (1987). Analyzing multivariate data . Harcourt Brace Jovanovich. <https://psycnet.apa.org/record/1987-97370-000>

Cruz, Ariel; Rivero, Deyanira; Echevarría, A. et al. (2015). *Trichoderma asperellum* en el manejo de hongos fitopatógenos en los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 30(30), 4697. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522015000400064](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000400064)

Freire, A. (2021). *Trichoderma* spp en hongos patógenos de suelos dedicados al cultivo de arroz ( *oryza tu-tor*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FREIRE%20AREVALO%20SONIA%20ALEXANDRA.pdf>

Galecio-julca, M. (2020). *Manglar*. 17(4), 301–306. Effect of organic sources and efficient microorganisms on the yield of the organic banana crop (*Musa* spp.L.) <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/download/195/332>

Gato, C, Y. (2010). Métodos De Conservación Y Formulación. *Fitosanidad*, 14, 189–195. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN Y FORMULACIÓN DE TRICHODERMA HARZIANUM RIFAI <http://scielo.sld.cu/pdf/fit/v14n3/fit08310.pdf>

Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)

Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. and their role in the control of crop pests. *Rev. Protección Veg*, 28(1), 1–11. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>

Rodrigo, N., & Quintero, M. (2007). *harzianum para el control de Rhizoctonia solani en plántulas de pepino ( Cucumis sativa )*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5281/1/CPA-2007-T055.pdf>

- Romero-Arenas, O., Huerta, L. M., Huato, D. A. M., Hernández, F. D., & Victoria, A. D. A. (2009). The characteristics of *Trichoderma harzianum* as a limiting agent in edible mushrooms. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 11(2), 143–151. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/11759>
- Romero-bonilla, A. Á. (1967). Biosorción de Cadmio mediante conidiass de *Trichoderma Reesei*. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/292>
- Samuels, G. J., Suarez, C., Solis, K., Holmes, K. A., Thomas, S. E., Ismaiel, A., & Evans, H. C. (2006). *Trichoderma theobromicola* and *T. paucisporum*: two new species isolated from cacao in South America. *Mycological Research*, 110(4), 381–392. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0953756206000797>
- Siddiquee, S. (2017). *Practical handbook of the biology and molecular diversity of Trichoderma species from tropical regions*. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-64946-7>
- Suárez, L., & Cabrales, C. (2008). Identificación de las especies de cepas nativas de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp. y evaluación de su potencial antagonista in vitro frente al hongo fitopatógeno nativo *M. roleri* en el departamento de Norte de Santander. *Revista Universidad Francisco de Paula Santander*, 13(1), 45–56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5461225>
- Tuz, I. G. (2018). Manejo Integrado del Cultivo de Banano (*Musa X Paradisiaca* L.) Clon Williams, usando Biocarbón y Microorganismos eficientes. *Universidad Tecnica De Machala*, 1–91. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030\\_TRABAJODETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030_TRABAJODETITULACION.pdf)
- Umadevi, P., Anandaraj, M., Srivastav, V., & Benjamin, S. (2018). *Trichoderma harzianum* MTCC 5179 impacts the population and functional dynamics of microbial community in the rhizosphere of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(3), 463–470. <https://www.scielo.br/bjm/a/nyBjNTn4zD5T-TwySR3bLfSb/?lang=en>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2016). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Cumbres*, 1(2), 28–34. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/15>

## Monocultivos en la cuenca del río Vinces (Ecuador) y su relación de la demanda de agua para riego

Monocultivos en la cuenca del río Vinces (Ecuador) y su relación de la demanda de agua para riego

---

Jose Luis Muñoz Marcillo  
Email: [jsmunoz@uteq.edu.ec](mailto:jsmunoz@uteq.edu.ec)  
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6600-6534>  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Muñoz Marcillo, J. L. (2022). Monocultivos en la cuenca del río Vinces (Ecuador) y su relación de la demanda de agua para riego. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 115-123. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

La necesidad de satisfacer los requerimientos alimenticios de la población ecuatoriana junto a la política pública de aumentar el ingreso de divisas mediante la exportación de productos agrícolas ha incrementado el establecimiento de varios los monocultivos en amplias extensiones de tierra, incrementado así el uso de agua para riego. El presente trabajo tiene por objetivo analizar el cambio en el tiempo y en el espacio del uso del suelo agrícola, la ampliación de su frontera y la presión sobre el recurso hídrico que ejerce el riego en la cuenca del río Vinces. La presente investigación conllevó la recopilación de geoinformación digital y procesamiento en Sistemas de Información Geográfica, tabulación de información estadística oficial y verificación en terreno. Los cultivos de banano, cacao y palma presentaron un notable y progresivo cambio en la ampliación de la superficie cultivada y el aumento de la presión por el agua de la cuenca para el riego en el largo periodo de estiaje. Las concesiones históricas de agua para riego por parte SENAGUA no reflejan el verdadero volumen que emplea el sector agrícola en la etapa de verano, lo cual queda demostrado al relacionar los volúmenes de agua concesionados en relación a las hectáreas de cultivos plantadas.

**Palabras clave:** Monocultivos, Riego, Cuenca río Vinces, Sistemas de Información Geográfica, Concesiones.

### ABSTRACT

The need to satisfy the nutritional requirements of the Ecuadorian population together with the public policy of increasing the income of foreign exchange through the export of agricultural products has increased the establishment of several monocultures in large areas of land, thus increasing the use of water for irrigation. The present work aims to analyze the change in time and space in the use of agricultural land, the expansion of its border and the pressure on the water resource exerted by irrigation in the Vinces river basin. The present investigation entailed the compilation of digital geoinformation and processing in Geographic Information Systems, tabulation of official statistical information and verification in the field. Banana, cocoa and palm crops showed a notable and progressive change in the expansion of the cultivated area and the increase in pressure from the water in the basin for irrigation in the long dry season. The historical concessions of water for irrigation by SENAGUA do not reflect the true volume used by the agricultural sector in the summer stage, which is demonstrated by relating the volumes of water concessions in relation to the hectares of planted crops.

**Keywords:** Monocultures, Irrigation, Vinces River Basin, Geographic Information Systems, Concessions.

## INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento demográfico y la creciente demanda internacional de productos tropicales han propiciado la conversión de extensas áreas de tierra para la producción agrícola intensiva de varios monocultivos en el Ecuador. Para Gudynas (2013) la expansión de los monocultivos en regiones del mundo implica una explotación de los recursos naturales en grandes volúmenes o alta intensidad, orientada esencialmente a la exportación de materias primas sin procesar o con un procesamiento limitado. La expansión del monocultivo para exportación en los países de Latinoamérica constituye un ejemplo de las “actividades extractivas” o “extractivismo” que impulsó el neoliberalismo a partir de la década de los noventa (Gudynas, 2013). De esta manera las corporaciones transnacionales recibieron múltiples incentivos por parte del Estado cobijados en el supuesto de que constituyen la vía más rápida al progreso económico. En la práctica se dio paso a la mercantilización y apropiación privada de los bienes naturales en territorios con una legislación ambiental deficitaria.

En Ecuador, la producción agrícola en las décadas de 1920 y 1930 fue dominada por el cacao y a partir de la década de 1950 hasta la actualidad, el banano ha sido el producto de exportación agrícola más importante. La superficie dedicada a estos cultivos de exportación ha ido en aumento, de manera que entre 1980 y 2000 el área de cosecha se ha incrementado, llegando a 165.000 hectáreas en banano y 433.00 hectáreas para el cacao (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador. MAGAP, 2012). Se debe tener en cuenta que más del 68% de la producción de los cultivos se originan en áreas irrigadas de tierras bajas en la costa central ecuatoriana. En Argentina en los periodos comprendidos entre 1990/1991 y 2011/2012, de los 14,4 millones de hectáreas que se incorporaron a la producción a nivel nacional, el 95 % fueron dedicadas al cultivo de soja. La producción de soja pasó con una superficie implantada de 5,9 millones de hectáreas a una superficie implantada de 19,7 millones de hectáreas. En Costa Rica el área cultivada de piña pasó de 12.500 hectáreas en el 2000 a 42.000 hectáreas en el 2012. Aunque los cálculos de varias organizaciones ambientales dan cuenta que las hectáreas dedicadas a la piña son muy mayores a las cifras oficiales y la expansión continúa sin una planificación adecuada por parte del Estado.

La deforestación general que ocurre en los trópicos es una consecuencia de los cambios que sufre la cubierta terrestre a escalas local y regional como consecuencia de factores socioeconómicos, demográficos y biofísicos lo cual explican los patrones espaciales de uso de la tierra en este ecosistema.

La cuenca del río Guayas es la mayor cuenca hidrográfica de la costa del Pacífico de América del Sur, se encuentra dividida en siete subcuencas, de las que destaca por su amplia gradiente altitudinal y alta productividad agrícola la subcuenca del río Vinges que la conforman en el norte parte de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi de la región sierra y parte de la

provincia de Los Ríos en la región costa. La cuenca del río Guayas está conformada por la confluencia de sus ríos principales, el Daule y Babahoyo y sus respectivos afluentes, drenando una superficie total de 34.000 km<sup>2</sup> distribuidas entre diversos ecosistemas que incluyen zonas de manglares, bosques secos y húmedos, páramo andino y territorio usado para actividades agrícolas.

La influencia de la cuenca sobre el territorio ecuatoriano es muy importante: en 2010 la cuenca del río Guayas cubría 380.840 hectáreas de tierra irrigada, siendo el 57 % del área irrigada agrícola del Ecuador (CISPDR, 2014; CISPDR, 2015). La cuenca se encuentra bajo un sistema tropical húmedo que comprende una temporada de lluvias de diciembre a mayo y una húmeda para los meses restantes. Hay variaciones de precipitación desde el norte (2.900 a 3.100 mm) hacia el sur (300 a 700 mm) (CISPDR, 2015), la cuenca del Guayas dentro de la producción agrícola nacional incluye los cultivos más importantes de la región como el arroz (96 %), banano (68 %), caña de azúcar (97 %), maíz (55 %), café (33 %) y aceite de palma (19 %). Las tierras agrícolas cubren el 49 % de la cuenca del río Guayas, seguida por los bosques (29 %) y los pastos (13 %) (Frappart et al., 2017). El río Guayas presenta una descarga anual de 30 mil millones de m<sup>3</sup> de agua, lo que pondría a disposición 8.847 m<sup>3</sup>/hb/año, superior a la media mundial de 6.783 m<sup>3</sup>/hb/año (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, INOCAR, 2010).

La población en Ecuador ha crecido de 4,5 millones de habitantes en 1960 a 14,9 millones de habitantes en 2010 (Banco Mundial, 2018), como consecuencia se han intensificado las actividades antropogénicas como la construcción urbana, la industria, la agricultura, la acuicultura y la deforestación (Damanik-Ambarita et al., 2018). El pastoreo intensivo y continuo, una práctica común en la cuenca del río Guayas ha mostrado impactos negativos en la calidad del agua, reduciendo la vegetación ribereña, modificando los canales y arroyos, aumentando la escorrentía y la erosión, así como la entrada de sedimentos.

La presente investigación tiene por objetivo analizar el cambio temporo-espacial del uso del suelo agrícola y la ampliación de su frontera en la cuenca del río Vinges durante el período 1990-2014 por efecto de la presencia de los principales monocultivos agrícolas de la zona y la demanda de agua para riego por parte de los mismos cultivos agrícolas de acuerdo a las concesiones de agua otorgadas por la autoridad gubernamental con competencia en la cuenca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

La cuenca del río Vinges es una subcuenca de la cuenca del río Guayas que se extiende entre los paralelos 00° 14' S, 02° 27' S y los meridianos 78° 36' O, 80° 36' O, abarca los territorios parciales o totales de ocho de las veinte y cuatro provincias ecuatorianas: Guayas, Los Ríos, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi,

Bolívar, Chimborazo, Cañar. A su vez, las provincias de Guayas y de Los Ríos representan juntas el 48 % de la superficie de la cuenca y el 72 % de su población. El área total cubre aproximadamente 32.219 km<sup>2</sup> (Figura 1). Además de la cuenca del río Vices la cuenca del río Guayas se compone de otras 6 subcuencas, las cuales son de norte a sur las subcuencas de los ríos Daule, Macul, Babahoyo, drenajes menores, Jujan y Yaguachi.

La cuenca del río Vices se ubica desde el sector nor-oriental al centro de la cuenca del río Guayas, extendiéndose por 426.800 hectáreas y recorre 267,96 km de distancia en su eje hídrico principal siguiendo un sentido norte-sur constituyéndose en parte importante de la cuenca del río Guayas. Abarca el 57 % de la superficie de la provincia de Los Ríos, territorio de la costa ecuatoriana eminentemente agrícola con presencia de cultivos tropicales y subtropicales de exportación como abacá, arroz, banano, café, cacao, maíz, palma aceitera entre otros. La cuenca del río Vices toma su nombre del río Vices que la atraviesa en sentido norte – sur. Río que toma diferentes nombres a lo largo de su recorrido, de tal manera que en la parte norte entre los cantones Santo Domingo de Los Tsachilas y San Jacinto de Buena Fe se denomina río Baba y de allí hacia el sur de la cuenca toma el nombre del cantón por donde atraviesa, así tenemos que se denomina, río Quevedo, río Mocache y río Vices. El río Quevedo se forma de la convergencia de tres ríos, siendo estos los ríos Baba, Lulo y San Pablo. Como se aprecia en la Fig. 1

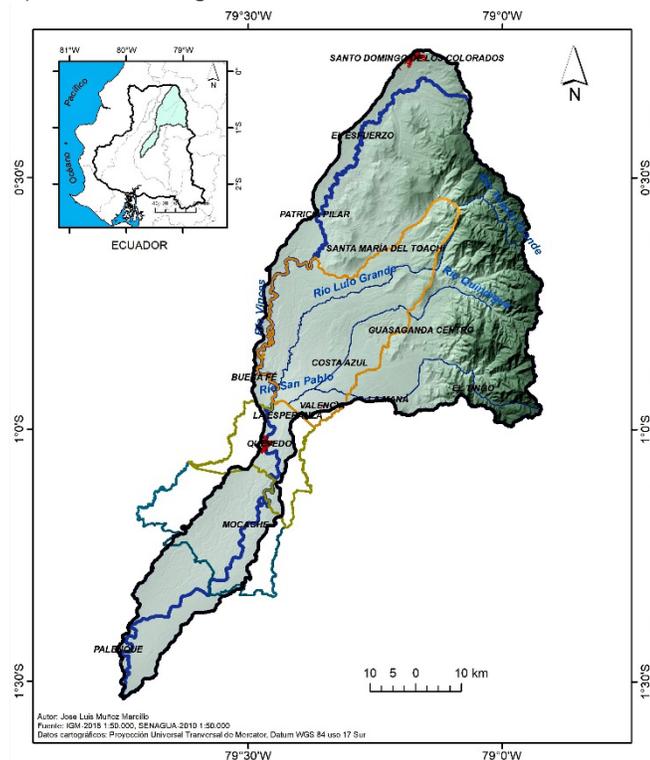


Figura 1. Área de estudio: cuenca del río Vices (Ecuador)

La determinación del cambio de la cobertura agrícola de la cuenca del río Vices se realizó a partir de la compilación de estudios de coberturas de uso del suelo generados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) para los años 1980, 2002 y 2014. El mapa de uso y cobertura del suelo del año 1980 precisó un proceso de digitalización y reproyección para ser integrado con las coberturas de uso de suelo de los años 2002 y 2014, todo realizado en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcGIS 10.4.1

La determinación de la demanda de agua para riego en la cuenca del río Vices se realizó partiendo del análisis de las concesiones otorgadas a los usuarios de la cuenca por parte de la Secretaría del Agua (SENAGUA) en las últimas décadas. Se tomaron también datos del Plan Hidráulico Regional de la Demarcación Hidrográfica Guayas (CISPDR, 2016) en lo correspondiente a la oferta y demanda hídrica para riego agrícola. Estos datos fueron analizados en forma conjunta con la superficie de monocultivos agrícolas intensivos existentes en la cuenca del río Vices (MAGAP, 2014) considerando los requerimientos de riego por ha/año en la época de verano de los monocultivos intensivos como el banano, palma aceitera y cacao, esto último requirió de una comprobación amplia en campo.

Normalmente el suelo en la cuenca del río Vices cuando pasa a secano con las condiciones de riego, el rendimiento de los cultivos aumenta como consecuencia de una aplicación constante de agua durante todo el desarrollo de estos. Espinosa & Rivera (2016) indican que de no seguir un equilibrio adecuado del agua del suelo y aplicar una dosis de riego adecuada en un momento dado, esto puede provocar escasez o exceso de riego. Por otra parte, la cuenca del río Vices presenta una gradiente muy amplia en términos de altitud y pendiente, lo cual, de acuerdo a Prieto, Bürgi & Hersperger (2016) está relacionada con la distribución del uso y la cobertura del suelo, mientras que las variables socioeconómicas más importantes que lo afectan son las distancias de caminos, áreas rurales, centros urbanos y centros turísticos.

La sobreextracción de agua se puede reducir con sistemas de riego modernizados, lo que ayuda a redistribuir el agua entre sectores como la agricultura, hogares y ecosistemas, aunque a nivel de captación de agua de consumo para riego neto no se realizan ahorros. Incluso un aumento en el consumo de agua puede ocurrir con una mayor eficiencia de los sistemas de riego. La diversificación agrícola como base del cambio en el proceso productivo debiera primar en la cuenca del río Vices, sin embargo, a nivel de provincia es muy compleja de llevar a cabo, debido principalmente a que se utiliza exhaustivamente factores de producción como mano de obra, tierra y capital y tecnología agrícola básica.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Uso del suelo

El análisis de las coberturas agrícolas de la cuenca del río Vinces para los años 1990, 2002 y 2014 obtenidas a partir de procesos de Teledetección muestra un aumento en la cobertura agrícola como consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola a partir del establecimiento de varios monocultivos como banano, cacao y palma y de cultivos intensivos de ciclo corto como el maíz, arroz, etc. (Figura 2 y tabla 1).

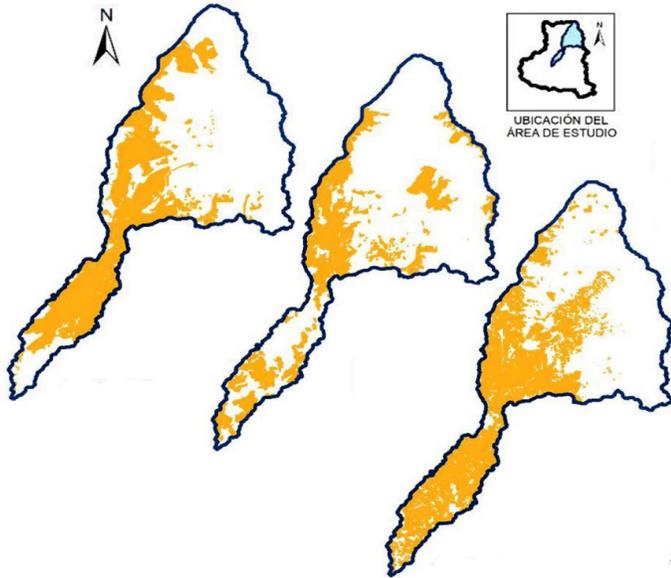


Figura 2. Cobertura agrícola en la cuenca del río Vinces para 1990, 2002 y 2014

Los resultados sitúan a la teledetección como una herramienta muy adecuada para el mapeo de

grandes superficies de terreno, lo que resulta rentable para el estudio de áreas agrícolas. Sin embargo, el monitoreo basado en la teledetección para la agricultura en áreas extensivas de pequeña escala donde se requiere datos con alta resolución espacial y temporal suelen ser insuficientes para una delimitación precisa (Knauer, Gessner, Fensholt, Forkuor, & Kuenzer, 2017).

Tabla 1. Uso agrícola en 1990, 2002 y 2014 en la cuenca del río Vinces (Ecuador).

Cobertura del suelo	año 1990	año 2002	año 2014
	MAG Área (ha)	MAGAP Área (ha)	MAGAP Área (ha)
Arboricultura Tropical			
Cultivos de Ciclo Corto		56586.61	
Cultivos de Banano	11280.55	24843.77	23932.09

Cultivos de Palma Africana	21399.05	15166.85	20543.46
Cultivos de Maíz	11401.8	3687.91	40484.22
Cultivos de Café	35141.7	3413.40	
Cultivos de Arroz	5.760	1448.62	3444.17
Cultivos de Caña de Azúcar	2219.96	1002.33	27.82
Cultivos de Cacao	10983.950	841.89	36129.02
Cultivo de Café-Cacao	49332.790		
Abacá			595.67
Chía			58.13
Palmito			762.61
Tabaco			1368.51
Total	141.765,560	106.991,37	127.345,70

Fuente: Elaboración propia

De la cobertura agrícola de la cuenca del río Vinces se destacan los monocultivos permanentes e intensivos de banano, cacao y palma aceitera por requerir riego continuo y abundante durante los ocho meses que dura la etapa de verano en esta región, sumado al hecho que es precisamente en la época de estiaje donde estos cultivos exóticos presentan los mayores rendimientos productivos. La necesidad de riego en promedio para la producción de banano en haciendas bananeras de la provincia de El Oro es de 27.500 m<sup>3</sup> de agua para riego por ha/año de cultivo (Erika Zarate & Derk Kuiper, 2013). Por otra parte, los cultivos de cacao y palma aceitera que cuentan con una estructura vegetal leñosa, de acuerdo con lo manifestado en comunicación oral por informantes claves del sector, demandarían aproximadamente la mitad del agua que consume una hectárea de banano en producción. La distribución espacial del banano, el cacao y palma africana en la cuenca del río Vinces se presentan en la figura 3. Para el caso del banano, uno de los principales cultivos de exportación del Ecuador, en el período presentado muestra una expansión del 112 %. En el caso del monocultivo de cacao muestra una expansión del 800 %. Por otro lado, el monocultivo de palma aceitera o palma africana presenta una ligera disminución del 0,04 %.

El cultivo de banano en el año 1990 ocupaba mayormente la parte central de la cuenca del río Vinces mientras que para el año 2002 se amplió al sureste de la cuenca precisamente junto al margen del curso principal del río para finalmente en el año 2014 ampliarse significativamente a la zona norte de la cuenca donde se encuentran la mayor parte de los tributarios del río y además la altitud del suelo llega hasta la cota 1000 msnm. Esta localización presenta buena calidad de los suelos: muy profundos, porosos y ricos en materia orgánica.

En relación con el cacao nacional fino de aroma, para 1990 la cuenca del río Vinces presentaba importantes superficies cubiertas cuyas plantaciones mayormente se encontraban al sur de la subcuenca y en poca superficie

en el sector norte de la cuenca. Durante la década del 2000 las plantaciones de cacao nacional fino de aroma dejaron de ser productivas y prácticamente fueron abandonadas para posteriormente ser reemplazadas por el clon de cacao CCN51 que es el que en la actualidad se ha extendido desde el sur, centro y norte de la cuenca del río Vinces gracias a su precocidad productiva e intensidad de producción sobre todo en verano.

La palma aceitera conocida también como palma africana, para el año 1990 tenía una modesta presencia en la zona noroccidental de la cuenca en terrenos con una cota que llegaba a los 600 msnm, de allí que para el año 2014 sufrió una expansión desde el sur, centro y norte de la cuenca en terrenos con distancias cercanas a cursos superficiales menores de agua sin llegar a la expansión que ha tenido los cultivos de banano y cacao.

### Demanda de agua para riego

En relación con el volumen de agua para riego de cultivos agrícolas, para la cuenca del río Vinces según (CISPDR, 2016) corresponde a 573,06 hm<sup>3</sup> (Figura 3), este volumen fue distribuido de acuerdo a los cultivos agrícolas existentes en la cuenca del río Vinces (Figura 4).

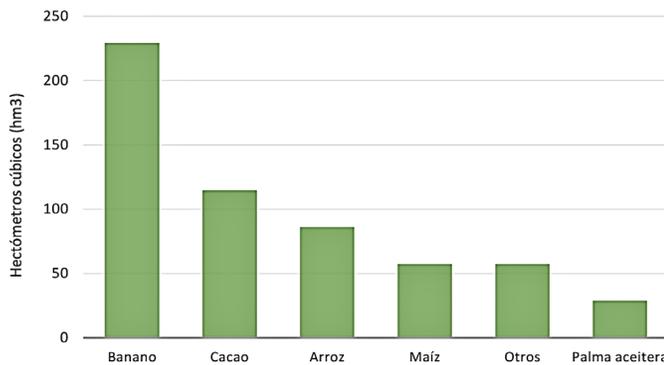


Figura 3. Distribución de 573,06 Hm<sup>3</sup> agua para riego de cultivos agrícolas en cuenca del río Vinces

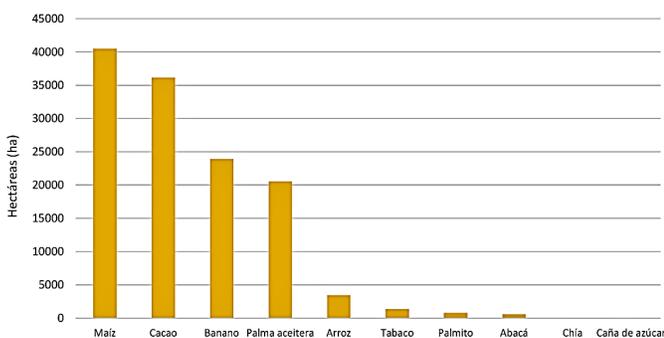


Figura 4. Distribución de cultivos agrícolas en 127.345,70 ha en cuenca del río Vinces (MAGAP-2014)

La Secretaría del Agua (SENAGUA) ha otorgado concesiones de agua para riego en el período comprendido

entre los años 1980 – 2018 para la cuenca del río Vinces de acuerdo a lo indicado en la figura 5.

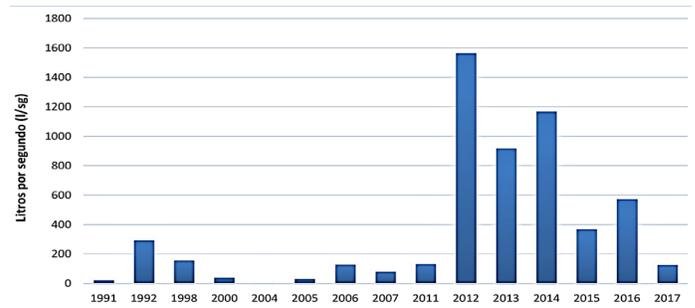


Figura 5. Concesiones de agua (l/sg) para riego de cultivos agrícolas en cuenca del río Vinces, período 1980 - 2018.

En la figura 5 se observa una importante variación interanual de las concesiones de agua por parte de la Secretaría del Agua debido a que en el período comprendido entre los años 1991 y 2011 no hubo mayor control para los usuarios agrícolas por la dificultad que le significaba esta labor a los órganos de control de carácter centralizado, propiciándose que de manera clandestina se abusara del recurso hídrico para el riego agrícola. A partir del 2008 que por decreto ejecutivo 1088 se creó la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) esta situación cambió gracias a la puesta en funcionamiento de las oficinas descentralizadas de atención a la ciudadanía, como es el caso de la oficina de atención al cliente de Quevedo, la misma que inició con un proceso de emisión y control de concesiones de agua para riego de manera equitativa en la cuenca del río Vinces de acuerdo a la extensión de superficie de terrenos de los productores agrícolas (SENAGUA, 2011).

Los recursos hídricos de Ecuador son abundantes. El volumen de agua que proveen todos los sistemas hidrográficos en el territorio nacional llega a los 432.000 hm<sup>3</sup> en la estación lluviosa mientras que en la época seca alcanza tan solo los 146.000 hm<sup>3</sup>, de los cuales 115.000 hm<sup>3</sup> corresponden a la vertiente del Pacífico y 317.000 hm<sup>3</sup> a la Amazónica. No obstante, de ello, la disponibilidad general para el país es de solo el 34 % o sea 146.000 hm<sup>3</sup>, esta fluctuación de disponibilidad se debe a la irregular distribución espacial y temporal de las precipitaciones dado que en los ocho meses de verano la precipitación se reduce en relación con el invierno en un 90 % (Galárraga, 2000 citado por MAGAP Ecuador, 2013).

Las precipitaciones en el país se distribuyen en los períodos de invierno y verano, de acuerdo a datos recogidos durante 35 años en la estación meteorológica PICHILINGUE del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP PICHILINGUE) ubicada en la parte central de la cuenca del río Vinces, el promedio mensual de las lluvias en el período invernal de enero a abril es de 423,78 mm, mientras que en la época de verano, de mayo a diciembre la media es de 67,70

mm por lo que resulta imperioso el regadío de los cultivos agrícolas en la cuenca en el largo período de verano.

De acuerdo con las comunicaciones de informantes clave dedicados a la producción de bananos, una hectárea de cultivo de banano en producción requiere ser regada por aspersión subfoliar tres veces por semanas durante dos horas en cada ocasión. Los aspersores subfoliares alcanzan un caudal de 680,21 L/hora siendo su espaciamiento entre ellos de 12 m x 14 m, con eficiencia de aplicación de 90 % (Caicedo, et al., 2015).

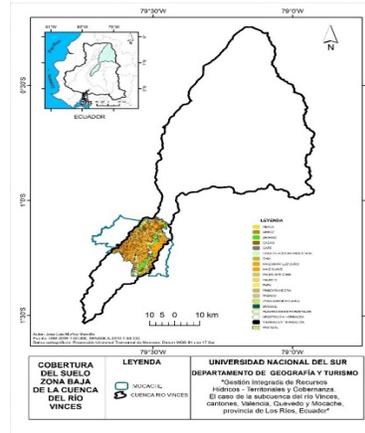
La producción de banano de exportación en la cuenca del río Vices está asociada a un uso no optimizado del recurso agua para riego. El cultivo de banano requiere grandes cantidades de agua, el estudio realizado en el centro de la cuenca del río Vices determinó que una planta consume de manera aproximada 30 litros de agua diaria en días soleados, 24 litros en días semi nublados y 12,5 litros en días nublados, esto puede ser necesario especialmente en época seca siendo aplicado por gravedad, aspersión, inundación o goteo y es precisamente en esta última parte que la carencia de los estudios técnicos del sitio derivan en la elección de un método de riego que genera tasas elevadas de desperdicio de agua (Rodríguez 2009).

En la cuenca del río Vices el cacao en producción que existe corresponde al clon CCN-51 que no tolera la escasez de agua, pero a diferencia del banano no tolera el encharcamiento. De acuerdo con productores de cacao CCN-51, una hectárea de cacao debe ser regada una vez por semana por el lapso de dos horas siendo los meses de verano donde el riego es imperioso dado que es en esta época en que el cacao CCN-51 tiene su mayor productividad. La precipitación óptima para el cacao CCN-51 es de 1.600 a 2.500 mm distribuidos durante todo el año (Paredes, 2004). Los requerimientos de agua en el cultivo de palma aceitera no son constantes ni únicos, por lo que para calcularlos es necesario considerar la capacidad de almacenamiento del suelo en la zona de las raíces, la disponibilidad de agua al alcance de las palmas y los requerimientos de agua para procesos fisiológicos y físicos (Granada, 2001).

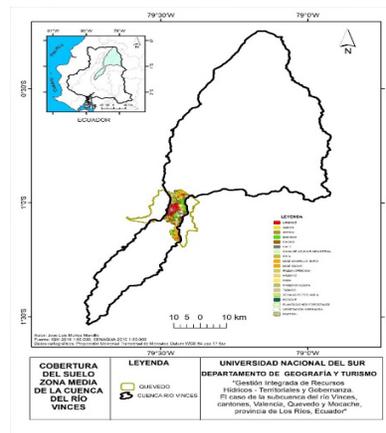
Las plantaciones de palma aceitera en la cuenca del río Vices no cuentan en su mayor parte con sistema de riego debido a que se desarrollan en suelos moderadamente húmedos, sin embargo, existe una importante discusión en torno al hecho de que las plantaciones intensivas de palma aceitera reducen significativamente los niveles de los acuíferos y vertientes circundantes. El cultivo de la palma aceitera presenta su óptimo desempeño en regiones con una precipitación menor a 2.000 mm al año con una buena distribución, los valores medios mensuales en relación con buenos rendimientos son superiores a los 150 mm. No obstante, la palma aceitera posee de manera natural gran capacidad para sobrevivir a períodos prolongados de sequía gracias a características morfológicas y fisiológicas además de la habilidad de abortar las inflorescencias, la variación estacional en los picos de producción de racimos y la movilización de reservas que le permiten compensar la menor tasa de fotosíntesis debido

al cierre de estomas. En un estudio realizado sobre tres híbridos variedad tenera de palma aceitera se reportó un efecto positivo del riego en el comportamiento de cada uno de los híbridos en estudio para las variables altura de planta, relación sexo y Producción (Reinoso, 2008).

En las figuras 6a, 6b y 6c podemos observar el uso de suelo actual de la cuenca del río Vices de acuerdo a los cantones Valencia, Quevedo y Mocache que representan tres realidades de la parte alta, media y baja de la cuenca.



6a



6b

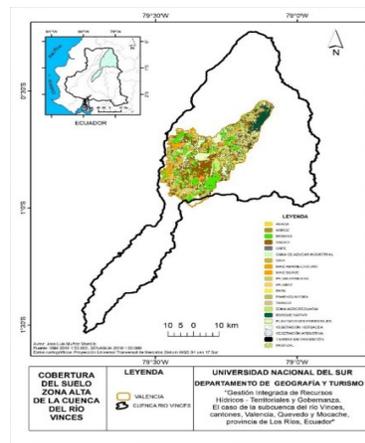


Figura 6a, 6b y 6c. Uso actual del suelo de la cuenca del río Vinces en su parte alta, media y baja

La demanda y presión del agua para riego de los cultivos agrícolas en la cuenca del río Vinces es importante considerando que es precisamente en los meses de estiaje

en donde para mantener altas tasas de producción se hace necesario un riego permanente. En las tablas 7a, 7b y 7c se puede apreciar de acuerdo con los cantones de la parte alta, media y baja la presencia de los principales monocultivos existentes en la subcuenca del río Vinces.

Tablas 7a 7b y 7c. Distribución de monocultivos en la cuenca del río Vinces en su parte alta, media y baja

CULTIVO	AREA (HA)	%	CULTIVO	AREA (HA)	%	CULTIVO	AREA (HA)	%
ABACA	6,86	0,01	ARROZ	368,38	4,56	ARROZ	490,94	1,84
ARROZ	1.643,62	3,19	BANANO	1.419,52	17,56	BANANO	1.810,71	6,80
BANANO	15.559,71	30,16	CACAO	2.846,89	35,22	CACAO	8.874,28	33,34
CACAO	19.306,07	37,42	MAIZ	1.427,63	17,66	MAIZ AMARILLO DURO	12.490,79	46,93
CHIA	58,13	0,11	PALMA AFRICANA	2.021,67	25,01	PALMA AFRICANA	2.881,81	10,83
MAIZ AMARILLO DURO	6.635,28	12,86	TOTAL	8.084,09	100,00	TABACO	69,5	0,26
PALMA AFRICANA	7.423,08	14,39				TOTAL	26.618,03	100,00
TABACO	960,72	1,86						
TOTAL	51.593,48	100						

Figura 7a, 7b y 7c. Distribución

Fuente: Elaboración propia

El análisis temporo-espacial de la cobertura agrícola de la cuenca del río Vinces en las últimas tres décadas ha permitido visibilizar el crecimiento sostenido de la producción agrícola a través del desarrollo de monocultivos intensivos de exportación cuya expansión se ha extendido a zonas de gran altitud e importante gradiente del terreno y con un impacto en la demanda de agua superficial para riego en los meses de verano. Al respecto Flórez-Yepes et al., 2017 manifiestan que la aplicación del análisis multi-temporal permite determinar los cambios e impactos ambientales más significativos a través del tiempo permitiendo conocer las interrelaciones entre los elementos que lo componen y las actividades antrópicas.

El monocultivo intensivo de banano se ha expandido principalmente por los grupos económicos de poder cuyos lotes superan las 100 hectáreas generando una presión muy alta por el recurso hídrico de la cuenca para el riego. Frecuentemente se puede observar que no respetan los caudales concesionados por la autoridad ambiental y en muchos casos han sido sancionados económicamente, pero pagan sus multas y siguen aprovechando clandestinamente el agua para riego del río Vinces. Esta realidad vivida en la cuenca no es muy diferente a lo que ocurre en el área rural de Bogotá, en donde la ampliación de la frontera agrícola ha llevado a la desaparición casi total de las áreas de amortiguación del páramo, esto se relaciona con las formas de aprovechamiento económico del suelo, debido a varios latifundios que han venido siendo arrendados a terceros, precipitando el deterioro ecosistémico e hídrico de la cuenca (Hernández, Rojas, Sánchez, 2013).

La presencia de monocultivos exóticos en la cuenca del río Vinces ha cambiado significativamente el paisaje de una de las áreas más ricas en recursos naturales del Ecuador, a la fecha existen poquitos remanentes de parches boscosos en la parte media y baja de la cuenca resultando infructuosos los controles que ejerce la

autoridad ambiental competente, en esta problemática coinciden quienes señalan que la intervención humana es la que ha provocado mayores transformaciones sobre la superficie terrestre pese a que las modificaciones ambientales pueden ocurrir de manera natural o pueden ser del tipo antropogénico siendo los resultados generales cambios de cobertura vegetal y uso del suelo que traen consigo efectos que empobrecen el potencial biológico y cultural.

Los resultados del estudio temporo-espacial de la cobertura agrícola de la cuenca del río Vinces durante el período 1990 -2014 ha permitido identificar las tendencias en los patrones de la ocupación del suelo. El análisis espacial-cuantitativo sobre los cambios en la cobertura vegetal y el uso del suelo entre 1979 - 2013 en la región de Bahía de Banderas, México generó información valiosa para el monitoreo de los recursos naturales con implicaciones en el ciclo hidrológico, la biodiversidad, la erosión del suelo y el clima local, entre otros aspectos relevantes. En México, como consecuencia del crecimiento de la frontera agropecuaria en la localidad de Jalisco, la cobertura vegetal del suelo correspondiente a bosque tropical ha sido la más afectada en cuarenta y tres años reduciéndose en un 17 %, pese a la existencia de instrumentos de planeación como los ordenamientos ecológicos y los planes de manejo de cuencas hidrográficas (Nené-Preciado, González, Mendoza & Silva, 2017).

En la práctica los productores bananeros del Ecuador desconocen los volúmenes de agua que utilizan mediante el riego por aspersión ya que se asume que siempre se irriga hasta que el suelo se encuentra saturado pese a que lo ideal sería 27.500 m<sup>3</sup> de agua para riego por ha/año. Los productores ecuatorianos señalan además que en las cuencas donde se produce banano existe una competencia por el recurso hídrico, notándose la disminución en la disponibilidad de agua en época seca especialmente, esto ha provocado cambios en la hidrología de

los ríos por factores como la deforestación y uso del suelo inapropiado. De acuerdo con Erika Zarate & Derk Kuiper (2013) la situación en el Perú no es menos distinta ya que una ha anual de banano en producción requiere 28.500 m<sup>3</sup> de agua para riego y ante las precipitaciones mínimas existe un pronóstico de aumento en el estrés hídrico en los años venideros ya que en la actualidad no se respetan los caudales mínimos ambientales, con repercusiones graves para los ecosistemas.

## CONCLUSIONES

De los principales monocultivos agrícolas existentes en la cuenca del río Vinces como son el banano, cacao y palma aceitera destaca el cultivo de banano por ser el que más presión ejerce sobre el recurso hídrico dado el alto volumen de riego que requiere para mantener sus niveles de productividad.

La aplicación de agua de riego es una necesidad imperiosa para obtener rendimientos altos y estables en el cultivo del banano en la cuenca del río Vinces, siendo la principal fuente de agua los cursos hídricos superficiales. Es importante destacar que los recorridos en campo dejan notar muchas conexiones clandestinas al eje hídrico principal de la cuenca, así como a la de sus afluentes, esto como causa de la falta de recurso económico y humano para controlar la amplia área de la cuenca.

La regulación de la ampliación de la siembra de cultivo de banano en la cuenca del río Vinces tiene un único objetivo económico y que es frenar la sobreproducción de la fruta para mantener su precio, no existe un contexto de protección ambiental, por lo que el panorama para el río Vinces en un mediano plazo en la temporada de verano es casi de sequía total.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Changjiang Institute Of Survey, Planning, Design And Research (CISPDR), 2016. PLAN HIDRÁULICO REGIONAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GUAYAS

CISPDR, 2015. Plan Hidráulico Regional de la Demarcación Hidrográfica Guayas. Memoria y Anexos. Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research.

CISPDR, 2014. Planificación Hídrica Nacional del Ecuador (2014-2035). Phase II Report. Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research.

Damanik-Ambarita, M. N., Boetsa, P., Nguyen, H. T., Eurie, M. A., Everaerta, G., Locka, K., Sasha, P. L., Suharevae, N., Bennetsena, E., Gobeyna, S., Long-Ho, T., Dominguez-Granda & Goethalsa, P. L. (2018). Impact assessment of local land use on ecological water quality of the Guayas river basin (Ecuador). *Ecological Informatics*, 48, 226 - 237. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.08.009>

Erika Zarate & Derk Kuiper. 2013. Evaluación de Huella Hídrica de la banana para pequeños productores en Perú y Ecuador. GOOD STUFF INTERNATIONAL – Switzerland. TECHNICAL ASSISTANCE FOR SUSTAINABLE TRADE & ENVIRONMENT (TASTE Foundation), Pp.70.

Espinosa, J. & Rivera, D. (2016). Variations in water resources availability at the Ecuadorian páramo due to land-use changes. *Environmental Earth Sciences*, 75(1173), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5962-1>

Flórez-Yepes, Gloria Yaneth, Rincon-Santamaría, Alejandro, Cardona, Pablo Santiago, & Alzate-Alvarez, Angela María. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. *DYNA*, 84(201), 95-101. <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n201.55759>

Frappart, F., Bourrel, L., Brodu, N., Salazar, X.R., Baup, F., Darrozes, J., Pombosa, R., 2017. Monitoring of the spatio-temporal dynamics of the floods in the Guayas Watershed (Ecuadorian Pacific Coast) using global monitoring ENVISAT ASAR images and rainfall data. *Water* 9, 1.

Gudynas, E. (2013). Extracciones, extractivismos y extracciones: un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. *Observatorio del Desarrollo, CLAES*, 18, pp. 1-18.

Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador. INOCAR. 2010. Memoria Técnica de la comisión realizada en el área del Río Guayas sur. 29 de noviembre al 08 de diciembre del 2009. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil. 183 p.

Knauer, K., Gessner, U., Fensholt, R., Forkuor, G. & Kuenzer, C. (2017). Monitoring agricultural expansion in Burkina Faso over 14 years with 30 m resolution time series: The role of population growth and implications for the environment. *Remote Sensing*, 9(2), 132. <https://doi.org/10.3390/rs9020132>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. (2012). Ecuador preside Comité Económico de la Organización Internacional del Cacao. Recuperado de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. <http://www.agricultura.gob.ec/ecuador-preside-comite-economico-de-laorganizacion-internacional-del-cacao/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP. 2019. Mapa de Cobertura y Uso de la tierra en el Ecuador continental - Categoría: Cultivo, escala 1:100.000, año 2013 - 2014

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca: Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 - 2027, [en línea] Ed. MAGAP, pp. 186, ISBN-09 8441 0399, Ecuador, 2013. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/127451977/Libro-Plan-Nacional-de-Riego-y-Drenaje>
- Nené-Preciado, A., González, G., Mendoza, M. & Silva, F. (2017). Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. *Investigaciones Geográficas*, 94, 64-81. <https://doi.org/10.14350/rig.56770>
- Paredes, Mendis. 2004. Programa para el desarrollo de la Amazonia, Proamazonia. "Manual del Cultivo de Cacao" Ministerio de Agricultura. Perú.
- Reinoso V. 2008. Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) de diferentes orígenes (4to año de ejecución). La Concordia, Esmeraldas. Tesis Ingeniera Agrónoma. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Rodríguez C. Estudio de Factibilidad para la producción y comercialización de banano (*Musa* sp.), variedad gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos, 2009. Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención de título de Ingeniero en Agroempresas. Universidad San Francisco de Quito, 63 pp.
- Secretaría Nacional del Agua. SENAGUA. 2011. Informe de gestión 2008-2010. Una gestión diferente de los recursos hídricos. SENAGUA. Ecuador. Secretaría del Agua, SENAGUA. 2018

## NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO DE MOLUSCOS PLAGAS EN LACTUCA SATIVA L. DEL ORGANOPÓNICO T-15

ECONOMIC DAMAGE LEVEL OF MOLLUSK PESTS IN LACTUCA SATIVA L. OF THE ORGANOPONIC T-15

Erislandy José Becerra Fonseca<sup>1</sup>

Email: [eribecerra@ucf.edu.cu](mailto:eribecerra@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4611-9635>

Maité Nodarse Castillo<sup>1</sup>

Email: [mnodarse@ucf.edu.cu](mailto:mnodarse@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4030-7261>

Arianny Pérez Fernández<sup>1</sup>

Email: [apfernandez@ucf.edu.cu](mailto:apfernandez@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8253-0168>

Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

Email: [lccastell@gmail.com](mailto:lccastell@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

Alan Rivero Aragón<sup>3</sup>

Email: [alanra@uclv.edu.cu](mailto:alanra@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6955-332X>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos, Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Pamplona, Colombia.

<sup>3</sup> Universidad Central "Marta Abreu", Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Becerra Fonseca, E. J., Nodarse Castillo, M., Pérez Fernández, A., Castellanos González, L., Rivero Aragón A. (2022). Nivel de daño económico de moluscos plagas en Lactuca Sativa L. del Organopónico t-15. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 124-129. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

El estudio se desarrolló en el organopónico T-15 bajo la tecnología de cultivo semiprotegido en canchales rellenos con materia orgánica y suelo sobre el cual crecen los cultivos, durante el período de noviembre del 2015 a junio del 2016, con el objetivo de evaluar los niveles de daños económicos que ocasionan los moluscos plagas en el cultivo de *L. sativa*. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar y arreglo monofactorial con seis tratamientos de 5 m<sup>2</sup> con diferentes niveles poblacionales (t<sup>1</sup>-0ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>2</sup>-2ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>3</sup>-5ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>4</sup>-10ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>5</sup>-15ind/5m<sup>2</sup> y t<sup>6</sup>-20ind/5m<sup>2</sup>) y cuatro réplicas de 30m<sup>2</sup>. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron actividades culturales y tratamientos fitosanitarios tradicionales en la localidad. Las observaciones se realizaron cada tres días con un marco de alambre de 0,25 m<sup>2</sup>, manteniendo dentro del rango establecido los niveles poblacionales, haciendo adición o sustracción de los moluscos manualmente en cada tratamiento. Al final del ciclo del cultivo se midió el rendimiento por tratamiento y la producción comercializada por calidades. Se estimó la pérdida monetaria de cada tratamiento por experimento a partir de los precios de comercialización establecidos oficialmente en el centro. La proporción total de plantas con perjuicios fue en ascenso entre los diferentes niveles poblacionales de moluscos plagas y mayor con respecto al testigo, los resultados muestran que con el aumento de la densidad poblacional disminuye el rendimiento y aumenta la pérdida.

**Palabras claves:** Semiprotegido, hortaliza, pérdida, Cuba, gasteropodos

### ABSTRACT

The study was developed in the Organoponic T-15 under the technology of cultivation crop protection in stonemasons stuffed with organic matter and It was accustomed on which the cultivations grow, during the period of November 2015 to June 2016, with the objective of evaluating the levels of economic damages that cause the mollusks plagues in the cultivation of *L. sativa*. An experimental design of blocks was used at random and fix a factor with six treatments of 5 m<sup>2</sup> with different populational levels (t<sup>1</sup>-0 ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>2</sup>-2 ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>3</sup>-5 ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>4</sup>-10 ind/5m<sup>2</sup>, t<sup>5</sup>-15 ind/5m<sup>2</sup> and t<sup>6</sup>-20 ind/5m<sup>2</sup>) and four rejoiners of 30m<sup>2</sup>. During the cycle of the cultivation cultural activities and treatments traditional sanitarium were made in the town. The observations were carried out every three days with a mark of wire of 0,25 m<sup>2</sup>, maintaining inside the established range the populational levels, making addition or subtraction of the mollusks manually in each treatment. At the end of the cycle of the cultivation the yield was measured by treatment and the production marketed by qualities. It was considered the monetary loss of each treatment for experiment starting from the established commercialization prices officially in the center. The total proportion of plants with damages was in ascent among the different populational levels of mollusks plagues and bigger with regard to the witness. The results show that with the increase of the populational density, diminishes the yield and the loss increases.

**Key words:** Protection, vegetable, loss, Cuba, gasteropodos

## INTRODUCCIÓN

La protección de plantas se inició y desarrolló, debido a la aparición de plagas que arrasaron con los cultivos, provocando graves consecuencias económicas y sociales desde los tiempos en que el hombre comenzó la domesticación de las mismas. En la actualidad se reporta que un 90% de la población mundial depende para su abastecimiento de alimentos de tan sólo 15 grandes tipos de cultivos. Por lo que el mismo autor estima que las plagas destruyen anualmente aproximadamente el 35% de las cosechas en todo el mundo y después de cosechadas también producen pérdidas de 10 al 20%, por lo que las pérdidas globales oscilan entre un 40 y 50% (Echemendía, 2010).

El cultivo protegido y semiprotegido a nivel mundial se reconoce como una tecnología de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año como lo expone Herrera (2013). Su importancia ha ido creciendo en la medida en que el productor ha dominado la tecnología y obtenidos resultados satisfactorios. En Cuba constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas tradicionales y asegurar su suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población, inclusive en los periodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada (Casanova, et al., 2007).

El cultivo de hortalizas y vegetales dentro de la rama urbana, es considerado como un proceso socio productivo de gran impacto a escala local como fuente de creación de nuevos empleos fundamentalmente para las mujeres, personas de la tercera edad y discapacitados; la Organoponía, como una de sus modalidades de mayor rendimiento, sitúan su desarrollo como una política dirigida al logro de la sostenibilidad en sus múltiples dimensiones. El crecimiento en la producción agrícola se ha fomentado a través de la horticultura, la ganadería y otros usos agrícolas en tierras que han quedado atrapadas en la trama urbana o que se localizan en su periferia (Castañeda et al., 2017).

Saavedra, et al., (2017) refieren que *Lactuca sativa* L. (lechuga), es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, aunque su principal producción se concentra en zonas más templadas y subtropicales. Las hortalizas de hojas son reconocidas por ser una excelente fuente de minerales, vitaminas y fibra dietética (Maroto, 2000; Victoria, 2011). Algunos estudios han demostrado efectos positivos de la lechuga previniendo enfermedades cardiovasculares en ratas y en humanos (Serafini et al., 2002).

Entre las estrategias de la agricultura sostenible está el enfrentamiento a las plagas y enfermedades, mediante técnicas y métodos apropiados al cultivo que no alteren al medio ambiente en el que se desarrollan. En tal sentido, con una aplicación correcta del conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra una situación de equilibrio de las plagas con sus controladores, principio que sustenta las estrategias para el manejo integrado de

plagas (MIP) o agroecológico (MAP) (Castellanos, et al., 1998).

El cultivo en organopónicos ha crecido paulatinamente en los últimos 10 años en Cuba, reportándose en marzo del 2019 la cantidad de 681 400 t de especies hortícolas según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información, ONEI (2019), mayor al doble de la producción reportada al cierre del 2015 que fue de 244 126 t de especies hortícolas; entre ellas las hortalizas de hojas que representan el 37 %, del total de la producción y cuya demanda, es cada vez más frecuente por parte de la población cubana. Pero paralelo a dicho incremento, los efectos nocivos causados por plagas también se han incrementado, resaltándose los provocados por babosas y los caracoles, en particular *P. griseola* (Herrera, et al., 2013; Rodríguez, 2016).

En consideración a lo antes planteado se realizó una investigación con el objetivo de evaluar los niveles de daños económicos que ocasionan los moluscos plagas en el cultivo de *L. sativa*.

*Determinación de los perjuicios ocasionados por los moluscos plagas en el cultivo de L. sativa.*

El experimento se condujo el 20 de noviembre del 2015 después del trasplante hasta concluir el ciclo del cultivo y se realizaron tres escardes manuales.

El estudio se desarrolló en la provincia de Cienfuegos en el Organopónico T-15 perteneciente a la Granja Urbana de Cienfuegos. Los canteros están constituidos por gualderas y paredes laterales de cemento y rellenos con materia orgánica y suelo. Se efectuaron actividades culturales y tratamientos fitosanitarios tradicionales en la localidad.

Para determinar el nivel de daño se condujo un diseño de bloques al azar con arreglo mono factorial y 4 réplicas de 30m x 1m con 6 tratamientos con diferentes niveles poblacionales: 0 moluscos por 5m<sup>2</sup>, 2 moluscos por 5m<sup>2</sup>, 5 moluscos por 5m<sup>2</sup>, 10 moluscos por 5m<sup>2</sup>, 15 moluscos por 5m<sup>2</sup> y 20 moluscos por 5m<sup>2</sup>.

Los tratamientos de cada réplica fueron delimitados con tabloncitos de madera de 1m x 0,25m. Para mantener las poblaciones y evitar su traslado hacia otra réplica, tratamiento o pasillo se pintaron con cal todas las semanas los tabloncitos y paredes laterales de los canteros.

Las observaciones se realizaron cada tres días con un marco de alambre de 0,25 m<sup>2</sup>, manteniendo dentro del rango establecido los niveles poblacionales, haciendo adición o sustracción de los moluscos manualmente en cada tratamiento.

Al final del ciclo del cultivo se midió el rendimiento por 5m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, así como la producción comercializada por calidades donde se evaluó el daño directo según indicadores de calidad en cada una de las parcelas según establece el Organopónico.

En todos los tratamientos se pesó el producto comercializable por parcelas para determinar la disminución del

rendimiento en relación al tratamiento libre de moluscos según la fórmula:

Pérdida en rendimiento =  $P_0 - P_x / P_0 \times 100$ , donde

$P_0$  - Peso total de la cosecha en el tratamiento libre de moluscos

$P_x$  - Peso total de la cosecha de un tratamiento determinado.

Para el rendimiento se contaron el número de mazos comercializables y peso del mismo por parcela.

Estimación de la pérdida monetaria ocasionada por los moluscos plagas en el cultivo de *L. sativa*.

Se estimó la pérdida monetaria de cada tratamiento por experimento a partir de los precios de comercialización establecidos oficialmente en el centro.

Se realizó el análisis de regresión para buscar modelos matemáticos de estas relaciones. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con 5% de probabilidad de error. En las tablas se mantienen las letras desiguales en las columnas con números reales (Miranda, 2011). Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ciclo del cultivo de *L. sativa*, la proporción total de plantas con perjuicios fue en ascenso entre los diferentes niveles poblacionales de moluscos y mayor con respecto al testigo, lo que coincide con los resultados de Faberi, et al., (2014) para el *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol.

En el tratamiento testigo (0 ind/5m<sup>2</sup>) no hubo pérdidas y el rendimiento alcanzó su máximo valor (2,38 Kg/5m<sup>2</sup>) sin diferencias significativas con el tratamiento con 5 ind/5m<sup>2</sup> (Tabla 1); los resultados muestran que con el aumento de la densidad poblacional disminuye el rendimiento y aumenta la pérdida lo que coincide con los resultados de Faberi et al. (2014) y reportes de Matamoros (2014) para la especie *P. griseola*.

El porcentaje de pérdida alcanza valores de hasta 28,98 % de kg/5m<sup>2</sup> de pérdidas lo que se traduce en una pérdida monetaria de 5,08 CUP por cada 5 m<sup>2</sup> para el organopónico (Tabla 1) Dicho rendimiento extrapolado a un cantero

que tiene 6 veces las dimensiones del tratamiento con un índice de infestación por moluscos plagas de 5 ind/5 m<sup>2</sup> que es menor al reportado por Herrera et al. (2013) para *P. griseola* en *L. sativa* supone un rendimiento de 10,08 kg/30m<sup>2</sup>, y un porcentaje de pérdida de 111,48 Kg/30m<sup>2</sup>, donde al estimar el porcentaje de pérdidas anuales al considerar las dos campañas entre las que se siembra 130 canteros de dicho cultivo ocasionaría un total de 14 492,4% (Kg/30m<sup>2</sup>) de pérdida con un rendimiento de 306,5 kg/30m<sup>2</sup>.

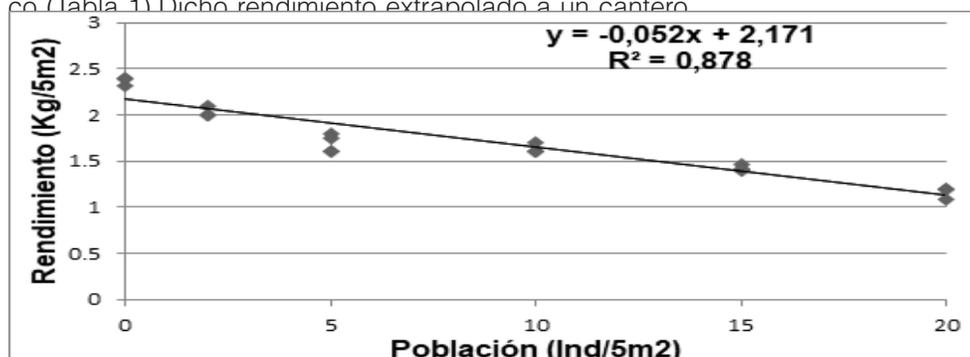
**Tabla 1:** Daño económico de moluscos plagas en el cultivo de *L. sativa*. (Rendimiento, Pérdida en CUP y Porcentaje de pérdida)

Tratamiento Individuos/5 m <sup>2</sup>	Rendimiento (Kg/5m <sup>2</sup> )	Pérdida en CUP(Kg/5m <sup>2</sup> )	Pérdida %(Kg/5m <sup>2</sup> )
0	2,38a	0e	0d
2	2,02ab	1,49d	8,18c
5	1,68bc	2,92c	18,58b
10	1,62e	3,17c	19,47b
15	1,42de	4,03b	22,27ab
20	1,17cd	5,08a	28,98 a
ET	0,05	0,11	2,13

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$

Los resultados muestran que con el aumento de la densidad poblacional aumentan los porcentajes de pérdida, otorga mejores condiciones para el molusco plaga quien pudo alimentarse y eliminar hojas las que al caer al suelo favorecen las condiciones para su traslado a otra planta cercana, esto coincide con Ibrahim et al. (2017) que evalúan el nivel del daño económico de *M. cartusiana* y alegan que existe un consumo variado en las plantas y variación en sus partes.

Se aprecia que el rendimiento disminuyó en kg/tratamiento y aumentaron las lesiones en la planta debido al aumento de los niveles poblacionales de los caracoles. Coincide con lo referido por Le Gall & Tooker (2017) quienes alegan que los gasterópodos a menudo son responsables de daños económicos significativos y pérdidas de rendimiento.



**Figura 1:** Relación entre la población de moluscos por tratamientos y el rendimiento en el cultivo de *L. sativa*. Ecuación de regresión

El análisis de regresión para la variable rendimiento resultó la ecuación:

$y = -0,052x + 2,171$  con un coeficiente de  $R^2 = 0,878$  con probabilidad de  $P \leq 0,05$  altamente significativo.

La Figura 1, presenta la relación entre la población de moluscos por tratamientos y el rendimiento en *L. sativa* y se

observa que los incrementos en la densidad poblacional de los moluscos estuvieron relacionados con la reducción del rendimiento, lo que coincide con los resultados de pérdidas de los autores Vivas & Notz (2010) y Faberi et al. (2014).

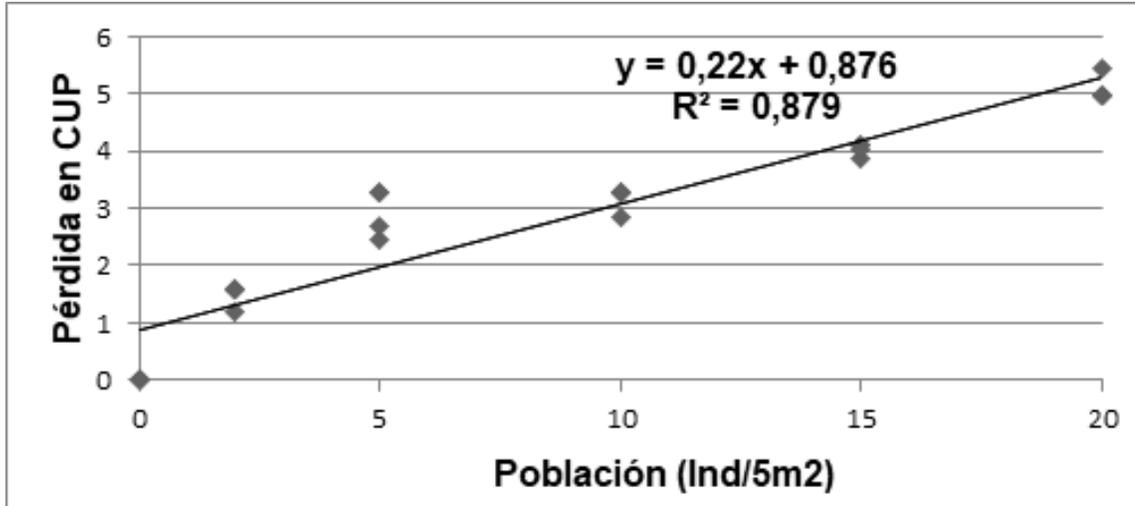


Figura 2: Relación entre la población de moluscos por tratamientos y la pérdida en CUP en el cultivo de *L. sativa*. Ecuación de regresión.

El análisis de regresión para la variable pérdida en CUP resultó la ecuación:

$y = 0,22x + 0,876$  con un coeficiente de  $R^2 = 0,879$  con probabilidad de  $P \leq 0,05$  altamente significativo.

La relación entre la población de moluscos por tratamientos y la pérdida en CUP en el cultivo de *L. sativa* (Figura

2), muestra que a partir de 5 ind/5m2 aumentan considerablemente las pérdidas en CUP significativas en el cultivo, o sea que disminuyen los ingresos en CUP y aumenta la pérdida de los cultivos por las afectaciones, dato que resulta importante si se consideran los costos de control de esta plaga agrícola. Matamoros (2017) con *R. decollata* en col china plantea que son responsables de pérdidas significativas en las cosechas y por consiguiente daño económico.

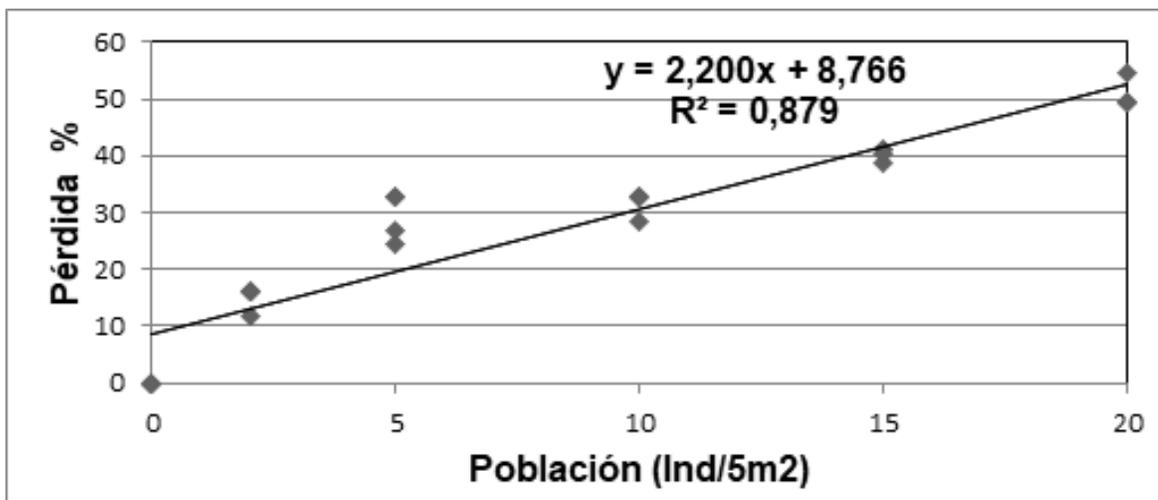


Figura 3: Relación entre la población de moluscos por tratamientos y la pérdida % en el cultivo de *L. sativa*. Ecuación de regresión

El análisis de regresión para la variable pérdida % resultó la ecuación:

$y = 2,200x + 8,766$  con un coeficiente de  $R^2 = 0,879$  con probabilidad de  $P \leq 0,05$  altamente significativo.

La relación entre la población de moluscos por tratamientos y la pérdida % en el cultivo de *L. sativa* (Figura 3), muestra que en el tratamiento (testigo o control) no hubo pérdidas % y a partir de 2 ind/5m<sup>2</sup> comienzan a aumentar las pérdidas %, alcanzando sus máximos valores con 20 ind/5m<sup>2</sup> con pérdidas % de 50,84 %/kg. Al aumentar las poblaciones de moluscos plagas disminuyen los ingresos de las producciones.

En el control de los moluscos plagas como métodos tradicionales se emplean la cal y la eliminación manual a través del escarde con un costo total por tratamientos de (5m de largo X 1m de ancho) de 23,28 CUP del total del costo de producción del tratamiento que es 57,935 CUP/5m<sup>2</sup> (Tabla 2), el mismo puede ser sustituido por el bioproducto que se obtiene de cualquiera de las tres especies de *Agavaceae* que tiene un costo por tratamiento de 0,762 CUP/5m<sup>2</sup> lo que significaría un ahorro en el costo de producción por tratamiento de 22,518 CUP/5m<sup>2</sup> por sustitución de la cal.

**Tabla 2:** Ficha de costo para el cultivo de *L. sativa* con el empleo de métodos de control tradicional y alternativo para moluscos plagas

	Costo en CUP por (tratamiento) con control tradicional	Costo en CUP por (tratamiento) con control por Bioproducto
Insumos		
Semilla	4,17	4,17
Agua	0,005	0,005
Trichoderma	4,80	4,80
Semitapado	0,84	0,84
Cal	16,64	
Bioproducto		0,75 (Obtención artesanal)
Mano de obra		
Riego	1,20	1,20
Semillero	7,50	7,50
Siembra	0,83	0,83
Aplicación de Trichoderma	0,48	0,48
Trasplante	0,83	0,83
Fertilización	0,60	0,60
Escarde manual	4,32	4,32
Labores de Mantenimiento	6,66	6,66
Aplicación Cal	6,64	

Aplicación bioproducto		0,012
Cosecha del cultivo	2,08	2,08
Otros		
Electricidad del riego	0,34	0,34
Costo total	57,935	35,417

En el organopónico T-15 se siembran los cultivos en canteros de (30m de largo x 1m de ancho) con un costo de producción utilizando el método de control tradicional de 347,61 CUP/30m<sup>2</sup> y 212,502 CUP/30m<sup>2</sup> si se sustituye por el bioproducto.

Anualmente se siembran un total de 130 canteros de *L. sativa* en las dos campañas con un costo total de 45189,30 CUP por el empleo de la cal como método de control, sin embargo, con el uso del bioproducto la cosecha de los 130 canteros tendría un costo de 27625,26 CUP lo que significaría un ahorro de 17564,04 CUP.

Dado que en los organopónicos con esta tecnología existen reportes de incidencia de moluscos plagas no solo en el cultivo de *L. sativa* sino también en la *Daucus carota*, *Beta vulgaris*, *Brassica oleracea*, *Cucumis sativus* y *Fragaria vesca*, con índices poblacionales que oscilaron desde 7,3 hasta 13 ind/m<sup>2</sup> por *P. griseola* en algunos de estos cultivos (Herrera et al., 2013), este es un resultado promisorio para los organopónicos estudiados así como para los de la regiones occidentales y centrales del país donde han sido reportadas *P. griseola* y *S. octona* (Matamoros, 2014 y Fimia-Duarte et al., 2014). Los moluscos estuvieron asociados a las pérdidas y reducción de los rendimientos en los cultivos en estudio, similar resultado obtuvo Matamoros (2017) con *R. decollata* en col china, donde causó daños al cultivo *P. griseola* se comporta como plaga de los cultivos en Cuba (Herrera et al., 2013).

## CONCLUSIONES

1. Se determinó que al aumentar las poblaciones de moluscos plagas disminuye el rendimiento y se incrementan las pérdidas en el cultivo de *L. sativa*.
2. Se estimó la pérdida monetaria en *L. sativa* aumentando consecuentemente a medida que incrementan los moluscos por cada 5 metros cuadrados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casanova, A., Gómez, O., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., Pupo, F., Hernández, J., Moreno, V., León, M., Igarza, A., Duarte, C., Jiménez, I., Santos, R., Navarro, A., Marrero, A., Cardoza, H., Piñero, F., Arozarena, N., & Villarino, L. (2007). Manual para la producción protegida de hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba.
- Castañeda Abad, W., Herrera, A., González, R., & San Marful, E. (2017). Población y organoponía como estrategia de desarrollo local. pp. 43-55. <http://www.novpob.uh.cu>

- Castellanos, L., Rivero, T., Pérez, A., Reselló, B., Jiménez, R., Dueñas, M., Rodríguez, A., & Acea, R. (1998). Manual para el establecimiento de los Manejos Integrados de Plagas en la Provincia de Cienfuegos. Laprosav. III Encuentro Provincial de Gestión Tecnológica.
- Cuba O. Oficina Nacional de Estadísticas e Información [National Bureau of Statistics]. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, ONEI (2018). Anuario Estadístico de Cuba 2017. Tecnología de la Información y las Comunicaciones. Edición 2018, updated 2019, January 7. Retrieved March 12, 2019.
- Echemendía, M. (2010). Sanidad Vegetal. Editorial Félix Varela. Tomo I, 1 -159.
- Faberi, A. J., Clemente, N. L., Manetti, P. L., & López, A. N. (2014). Nivel de daño económico de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol.
- Fimia Duarte, R., González, G. R., Cepero, R. O., Valdés, Á. M., Osés R. R., Corona, S. E., & Argota, P. G. (2014). Influencia de algunas variables climáticas sobre la malacofauna fluvial con importancia zoonótica en la provincia Villa Clara. Revista Electrónica de Veterinaria, 5 (8B): agosto 1-8. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63637994006.pdf>
- Herrera, N. (2013). Incidencia, dinámica poblacional y posibilidades de control con extractos vegetales de la familia Agavaceae, de los moluscos plagas de las hortalizas bajo cultivo semiprotegido (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos Facultad de Ciencias Agrarias, CETAS. Cuba.
- Herrera, N., López B., Castellanos L., & Pérez I. (2013). Incidencia de los moluscos plagas en los organopónicos del municipio de Cienfuegos. Centro Agrícola 40 (4) oct.-dic.: 49-55. <https://www.researchgate.net/publication/311223775>
- Ibrahim, M. A., Lokma, M. H., & Issa, M. A. (2017). Economic Threshold, Injury Levels and Food Preference of Glassy Clover Snail, *Monacha cartusiana* (Muller) Infesting Strawberry Plants at Ismailia Governorate, Egypt.
- Le Gall, M., & Tooker, J. F. (2017): Developing ecologically based pest management programs for terrestrial molluscs in field and forage crops. *J Pest Sci.* 90(3): 825–838. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-017-0858-8>
- Maroto, B. J. (2000). Botánica (taxonomía y fisiología) y adaptabilidad, pp. 28-41. In: La lechuga y la escarola. 1ª Ed. MAROTO, B. J., MIGUEL, G. A., & BAIXAULI, S. C. (eds.). Mundi Prensa S. A. Madrid, España.
- Matamoros, M. (2017). Daño de *Rumina decollata* (L.) (Gastropoda: Subulinidae) al cultivo de la acelga en la UBPC Organopónico Vivero Alamar. (Tesis de Maestría). Universidad de La Habana, Facultad de Biología, Departamento de Biología Animal y Humana.
- Matamoros, M. T. (2014). Malacofauna en agroecosistemas representativos de las provincias occidentales de Cuba. *Fitosanidad*, 18 (1): 23- 27, 2014. Cuba. <https://www.researchgate.net/publication/274252981>
- Miranda C. I. (2011). Estadística Aplicada a la Sanidad Vegetal.
- Rodríguez Nodals, A. (2016, 6 de junio). Grupo Nacional de Agricultura Urbana y Suburbana. INIFAT, Santiago de las Vegas. AÑO 12/No 13.
- Saavedra, G., Corradini, F., Antunez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepulveda, P. (2017). Manual de producción de lechuga. Boletín INIA N° 09, ISSN 0717–4829. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- Serafini, M., Bugianesi, R., Salucci, M., Azzini, E., Ra-guzzini, A., & Maiani, G. (2002). Effect of acute ingestion of fresh and stored lettuce (*Lactuca sativa*) on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 88: 615-623. <https://www.researchgate.net/publication/10981522>
- Victoria, M. (2011). Modelado de la evolución de índices de calidad integral de Lechuga Mantecosa desde el pre cosecha hasta el consumidor. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- Vivas, L. E., & Notz A. (2010). Determinación del Umbral y Nivel de Daño Económico del Chinche Vaneadora del arroz, sobre la variedad Cimarrón en Calabozo. Estado Guárico, Venezuela.

#### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

#### Contribución de los autores

Contribución de los autores: **Autor 1** (Erislandy José Becerra Fonseca 30%): Dirigió el análisis e interpretación de los datos. Participó en la búsqueda de información relacionada con el tema. Participó en el análisis, en la corrección y redacción del informe final. **Autor 2** (Maité Nodarse Castillo 20%): Dirigió el análisis e interpretación de los datos. Concibió la idea de investigación. Participó en el análisis de los resultados. **Autor 3** (Arianny Pérez Fernández 20%): Participó en el análisis, en la corrección y redacción del informe final. **Autor 4** (Leónides Castellanos González 20%): Participó en la búsqueda de información relacionada con el tema. Participó en el análisis, en la corrección y redacción del informe final. **Autor 5** (Alan Rivero Aragón 10%): Participó en el análisis, en la corrección y redacción del informe final.

## EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD Y EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE *CEPHALONOMIA STEPHANODERIS BETREM* EN CONDICIONES DE LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS

EVALUATION OF THE PARAMETERS OF QUALITY AND BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF *CEPHALONOMIA STEPHANODERIS BETREM* UNDER CIENFUEGOS PROVINCE CONDITIONS

Pedro Leonel Alonso Consuegra<sup>1</sup>

Email: [esp.lbiologica@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:esp.lbiologica@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5510-3339>

Ana Luisa Rodríguez

Email: [directoralaprosav@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:directoralaprosav@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9873-2095>

Clara Elvira Monzón Rodríguez<sup>3</sup>

Email: [claramonzon570@gmail.com](mailto:claramonzon570@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-5621>

Reinado Delgado Porres<sup>1</sup>

Email: [esp.pplantas@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:esp.pplantas@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-5621>

Yhosvanni Pérez Rodríguez<sup>4</sup>

Email: [yprodriguez@ucf.edu.cu](mailto:yprodriguez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

<sup>1</sup>Dirección Fitosanitaria Cienfuegos

<sup>2</sup>Laboratorio provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos

<sup>3</sup>Centro de Reproducción de Entomófagos y entomopatógeno La Sierrita

<sup>4</sup>Universidad de Cienfuegos. Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Alonso Consuegra, P. L., Rodríguez, A. L., Monzón Rodríguez, C. E., Delgado Porres, R., Pérez Rodríguez, Y . (2022). Evaluación de los parámetros de calidad y efectividad biológica de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en condiciones de la provincia de Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 130-138. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Cienfuegos. Cienfuegos, durante el periodo 2020 – 2021. Para definir los parámetros de calidad de *C. stephanoderis* se realizó la medición del desarrollo del parasitoide, duración del tiempo en días que se demoró el lote en comenzar a emerger, así como el tiempo en que estuvo emergiendo. Se logró establecer un rango de valores de los parámetros de calidad en condiciones de Laboratorio según categoría. las variables de temperatura mínima con la proporción de sexo y los días para emerger; la humedad relativa máxima correlaciona con la productividad, mientras que la humedad relativa mínima lo hace con el porcentaje de deformados, la longitud del macho y los días para emerger.

**Palabras claves:** Parámetros de calidad, efectividad biológica, evaluación

### ABSTRACT

The research was carried out at the Provincial Plant Health Laboratory of the province of Cienfuegos. Cuba, during the period 2020 - 2021. A range of values of the quality parameters was established in Laboratory conditions according to category. the variables of minimum temperature with the proportion of sex and the days to emerge; the maximum relative humidity is correlated with productivity, while the minimum relative humidity is correlated with the percentage of deformed, the length of the male and the days to emerge.

**Key words:** Quality standards, Biological effectiveness, assessment

## Introducción

La identificación de especies de biocontroladores, la importación cría y liberación de enemigos naturales, el desarrollo de técnicas de cría de parasitoides y depredadores, el mejoramiento genético de especies de insectos, que proporcionen tecnologías para el manejo de la broca del café, donde el uso masivo de parasitoides y controladores biológicos permitirían disminuir las poblaciones de la plaga en áreas extensas de mayor vulnerabilidad al insecto Benavides (2020) contribuye a disminuir las poblaciones de la broca, en regiones geográficas y así contener los efectos negativos en la producción y la calidad del café.

El cultivo de café es afectado por plagas (atrópodos y fitopatógenos) debido que afectan hojas, tallos raíces y frutos, entre los fitopatógenos hongos y con menor frecuencia, bacterias y virus (Guharay, Monterrey, Monterroso y Staver, 2000). Actualmente en la agricultura el uso de productos más amigables con el ambiente y la salud humana posibilitan aplicar el Manejo Integrado de la Broca con métodos de control de tipo manual, al usar trampas y manejo biológicos para mantener la broca del café en niveles que no ocasionen perjuicio económico (Leheup y Williamson, 2012).

La broca del café *Hypothenemus hampei*, es uno de los insectos plaga más importantes a nivel mundial que dañan al fruto del café (Mendoza, Guzmán & Salinas (2021). *H. hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), se ha estudiado por más de un siglo (Green et al. 2015). Este insecto vive dentro del fruto del café, donde las hembras construyen sus galerías en el endospermo, depositan sus huevos y cuando emergen se aparean y buscan otra baya para ovopositar (Rodríguez et al. 2017). El daño causado por la hembra y su progenie afecta la producción de café al causar pérdidas en el rendimiento y la calidad (Infante, 2018).

Las estrategias de manejo implementado para la broca son eficiente debido a que el insecto pasa gran parte de su ciclo biológico dentro de los frutos Aristizábal et al. (2016), *H. hampei* es una plaga primaria del café en todo el mundo. En Cuba a partir de su aparición en 1995, los productores se han enfrentado a prejuicios por incremento de gastos anuales de 21.4 millones de dólares (Rodríguez, et al 2018). Según (Vásquez, 2007) *H. hampei* fue detectada por primera vez en Cuba en el año 1995 en Buey Arriba, provincia Granma. Por su parte en Cienfuegos, la plaga se observó durante el año 2001 en la zona cafetalera del Nicho en el Escambray (González, 2011) por lo que se hizo necesario establecer de forma inmediata un programa de control.

La utilización como control con *Cephalonomia stephanoderis* Betrem por su característica parasítica y depredadora de todos los estadios de *H. hampei* resulta una solución prometedor y una alternativa viable. *Cephalonomia stephanoderis* se introdujo en Cuba en mayo del 2003 proveniente de los laboratorios de cría del Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) en Tapachula, Chiapas, México, a fin de adaptar los individuos a las condiciones climáticas

del país, desarrollar estudios bioecológicos, desarrollar su cría masiva en laboratorio y su posterior liberación y establecimiento en las áreas cafetaleras afectadas por la plaga *Hypothenemus hampei* Ferrari (Peña et al., 2006).

En la provincia de Cienfuegos, la producción de entomófagos en condiciones de Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos tiene una trayectoria importante en cuanto a diversidad y volúmenes de producción, sin embargo, se hace necesario establecer parámetros de calidad en el establecimiento de la tecnología de producción en las condiciones de Laboratorio para este entomófago. Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del trabajo fue determinar los parámetros de calidad en condiciones de laboratorio y porciento de parasitismo en campo de *C. stephanoderis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se realizó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Cienfuegos. Cienfuegos, durante el periodo 2020 – 2021. Para evaluar los parametros de calidad de *C. stephanoderis* en condiciones de Laboratorio, se realizó la medición del desarrollo del parasitoide, duración del tiempo en días que se demoró el lote en comenzar a emerger, así como el tiempo en que estuvo emergiendo. En la medida en que ocurrió la emergencia del parasitoide se colectaron 20 adultos en cada vial, hasta totalizar 100 individuos por lote determinándose los controles de calidad en cuanto a:

Proporción de sexos

Se cuantificó el número de hembras y machos. Calculándose el índice sexual mediante la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{H}{M}$$

Donde:

IS=Índice sexual

H=hembras

M=machos

Porcentaje de individuos deformados

Observando los parasitoides contenidos en los viales se contaron los que presentaron deformaciones y se aplicó la fórmula:

$$\%D = \frac{D}{T} * 100$$

Donde:

Id=Individuos deformados

To=Total individuos observados

Longitud promedio

Utilizando los mismos parasitoides y empleando una escala milimetrada, se midió cada uno para determinar la longitud promedio

$$p = \frac{\sum M}{Tim}$$

Donde:

Lp=Longitud promedio

ΣTM=Sumatoria del total de mediciones

Tim=Total de individuos medidos

### Longevidad

Se colectaron 10 parasitoides recién emergidos colocándose en viales cuantificándose diaria e individualmente los que se mantuvieron vivos, para el cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\sum dvi}{Tie}$$

Donde:

Lg = Longevidad

Σdvi = Sumatoria de días vivos por individuos

Tie = Total de individuos evaluados

### Productividad

Una vez concluido el proceso de emergencia se cuantifica el total de descendencia obtenida y se aplica la

fórmula:

$$H = \frac{D}{Hin}$$

Donde:

Pd=Productividad

Do=Descendencia obtenida

Hin=Hembras inoculadas

### Análisis estadístico

Para el proceso estadístico de las variables biológicas del parasitoide días para emerger, días en emergencia, proporción de sexo, porcentaje de deformados, longitud de la hembra y el macho, longevidad y productividad, se utilizó el método de estadística descriptiva estimándose las medias, la desviación típica, los valores máximos y mínimos mediante el paquete estadístico SSPS para Windows versión 15. Los valores expresados en porcentaje se transformaron en  $2 \arcsin \sqrt{p}$ . (Lerch, 1977).

Posteriormente se hizo una matriz de correlación de todas las variables biológicas entre ellas y con las variables meteorológicas Temperatura Máxima, y Mínima y Humedad Máxima y Mínima.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al definir de los parámetros de calidad de *C. stephanoderis* en condiciones de Laboratorio, y determinar los valores en días que demora el parasitoide en las condiciones de Laboratorio para comenzar a emerger en época de verano (Figura 1), se mantienen en un rango entre 20 y 25 días solo dos lotes se encuentran por debajo del valor mínimo y dos por encima del máximo; en el análisis de correlación se evidenció que correlaciona con la Temperatura Mínima y la Humedad relativa mínima por lo que en momentos en que la temperatura mínima aumenta se acorta el ciclo de emergencia del parasitoide, es necesario señalar que al mantenerse el local climatizado se logran estabilizar los valores de temperatura, por lo que la desviación no se hace tan evidente en este caso.

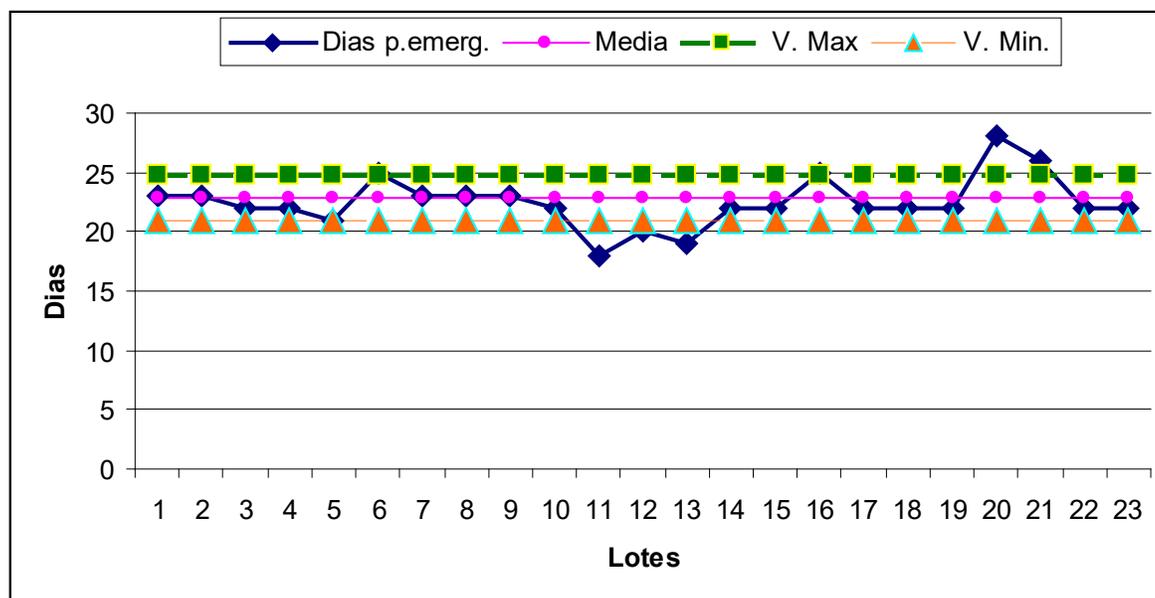


Figura 1. Tiempo en días para emerger del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Campaña de Primavera

Estos resultados difieren de los obtenidos por (Mendoza,1998) que reporta valores de 27 días para el comienzo de la emergencia del parasitoide; sin embargo, La mínima duración obtenida por Hernández (2008) del ciclo biológico fue de 18 días a 26,8oC, y la máxima de 32 días a 24,6oC, y Hr de 76,6 y 76,5%, respectivamente.

Al analizar los valores obtenidos en cuanto a los días que demora el parasitoide emergiendo en la campaña de primavera (Figura 2) se pudo comprobar que los valores de

la mayor cantidad de lotes oscilaron entre 6 y 12 días, rango que representan los valores medios más menos la desviación típica que se obtuvo en el análisis de esta variable, solo cuatro lotes estuvieron por debajo del límite mínimo, por tanto puede inferirse que en esta época del año se presenta una uniformidad en los días en que el parasitoide está emergiendo.

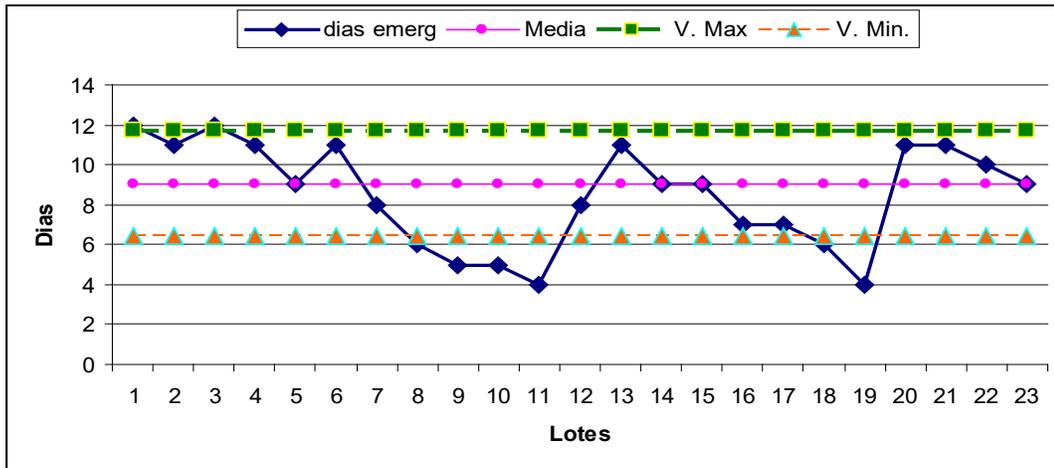


Figura 2. Tiempo en días emergiendo del parasitoide C. stephanoderis Campaña de Primavera

García (2010) refiere que en condiciones del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de Montaña en Buey Arriba Provincia Granma la emergencia del parasitoide puede extenderse hasta 15 días. Es necesario señalar que este parámetro es en extremo importante, la experiencia práctica demostró que cuando los días en emergencia se acortan se ve afectada la productividad del lote pues el número de nacimientos es bajo.

La proporción de sexo es otro parámetro de calidad evaluado en este estudio el cual reflejó según el análisis estadístico que sus rangos de valores oscilaron entre 3,9 y 8, 5 hembras por cada macho obtenido, durante la

campaña de primavera pudo observarse que los valores de los lotes oscilaron en este rango resultando uno solo por encima del límite superior, lo que brinda una estabilidad de los rangos de valores obtenidos. Sin embargo el mayor índice sexual fue de 14,6:1 en la generación 34 (Fig. 5). De manera general el índice sexual estuvo entre 8-12 hembras por macho. Por su parte, Barrera et al. (1993), en Costa Rica, refieren que la fecundidad se estimó a partir de una proporción sexual asumida de 7:1, a favor de las hembras para todos los cálculos. López y Mayela (1994) encontraron, también en Costa Rica, que la relación de sexos estaba a favor de las hembras (3-4:1) (Figura 3).

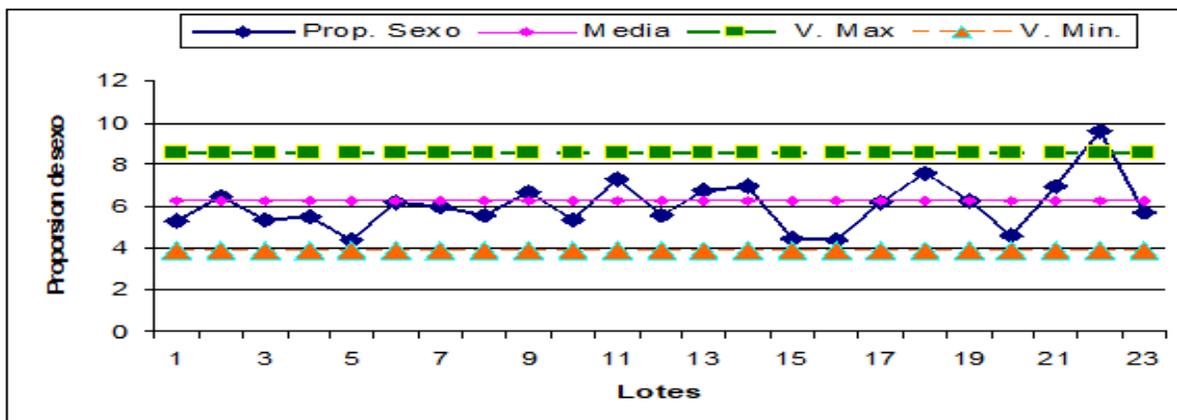


Figura 3. Proporción de sexo del parasitoide C. stephanoderis

Estos resultados coinciden con (Barrera, 1993) quienes reportan una proporción de sexo de siete hembras por cada macho; por su parte (García, 2007) obtuvieron en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de Montaña una proporción de sexo de nueve a diez hembras por cada macho. En la campaña de primavera, el análisis

reflejó que no todos los lotes presentaron deformación en sus individuos, aunque si debe señalarse que el 56 % de los lotes tuvieron individuos deformados por encima del rango de valores de la media más menos la desviación típica que oscila entre 0,68 y 0,92 %; alcanzado valores máximos de hasta 3,2 % (Figura 4).

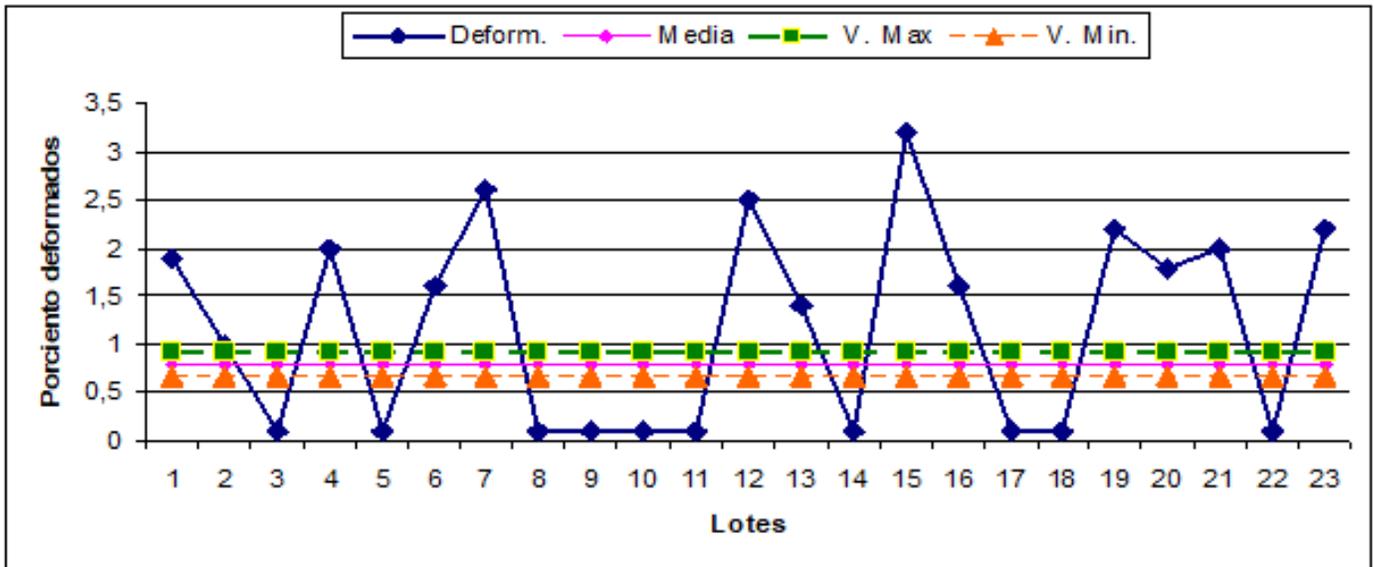


Figura 4. Porcentaje de deformados del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*

De acuerdo al resultado obtenido en cuanto a la longitud de la hembra puede apreciarse que en condiciones de Laboratorio, este parámetro alcanzó valores medios más menos la desviación típica entre 1,4 y 1,9 milímetros siendo similares a valores entre 1,5 y 2,0 mm obtenidos por (Barrera, 1993). Durante la campaña de primavera pudo apreciarse que el mayor número de lotes se comporta

según los valores medios obtenidos en el análisis estadístico, tres estuvieron por encima, aunque con valores (2–2,3 mm), no muy alejados del límite máximo y un solo lote estuvo por debajo con 1,3 milímetros valor muy cercano al límite mínimo establecido en este estudio. (Figura 5).

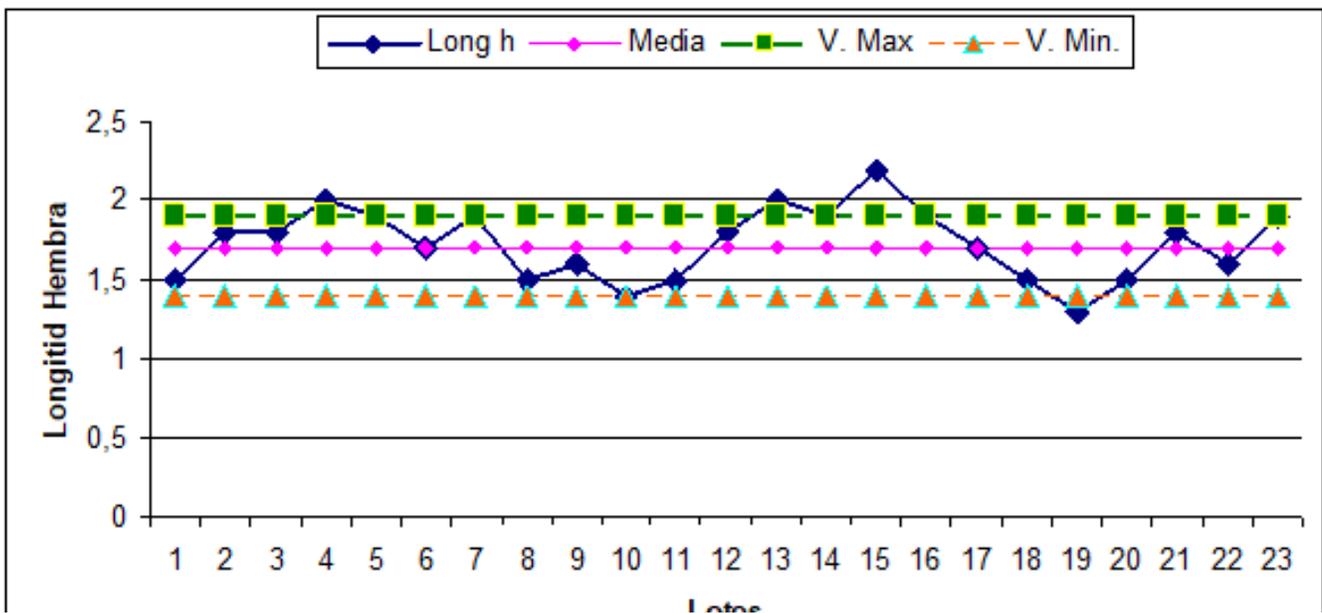


Figura 5. Longitud de la hembra del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Campaña de Primavera

En el análisis de los datos obtenidos en cuanto a la longitud del macho de *Cephalonomia stephanoderis* pudo apreciarse que los valores medios más menos la desviación típica reflejó valores entre 0,32 mm y 0,88 mm con medias de 0,6 mm por debajo de los reportados por (Barrera, 1993), quienes reportan valores entre 1-1,5 mm

de longitud. Para la campaña de primavera los valores de la longitud del macho se encuentran en el rango medio obtenido en este estudio de acuerdo al análisis de las medias descriptivas, solo un lote arrojó valor de un milímetro no muy alejado del límite máximo (Figura 6).

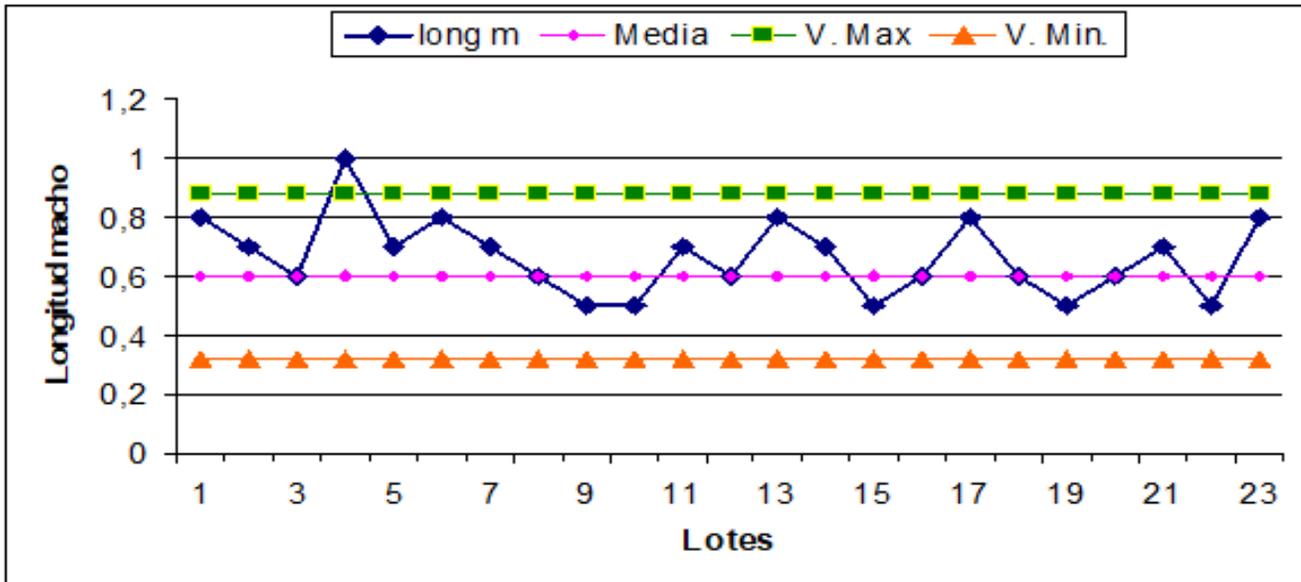


Figura 6. Longitud del macho del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*

En el análisis de la longevidad en días pudo comprobarse que el rango de valores para el caso específico del Laboratorio estuvo entre 2,61 y 4,25 como límite mínimo y máximo respectivamente con un valor medio de 3,43 mm; en la campaña de primavera (Figura 7) pudo apreciarse que dos lotes alcanzaron valor de 5 días de supervivencia del parasitoide mientras que otros dos estuvieron por

debajo del límite mínimo de 2 mm y 2,2 mm. Los resultados demuestran que los valores mínimos y máximos están bien delimitados, independientemente, los valores que se obtuvieron fuera de parámetros siempre estuvieron entre dos y cinco días respectivamente por lo que es de esperar que de acuerdo a las condiciones del centro estos sean los valores fuera de rango.

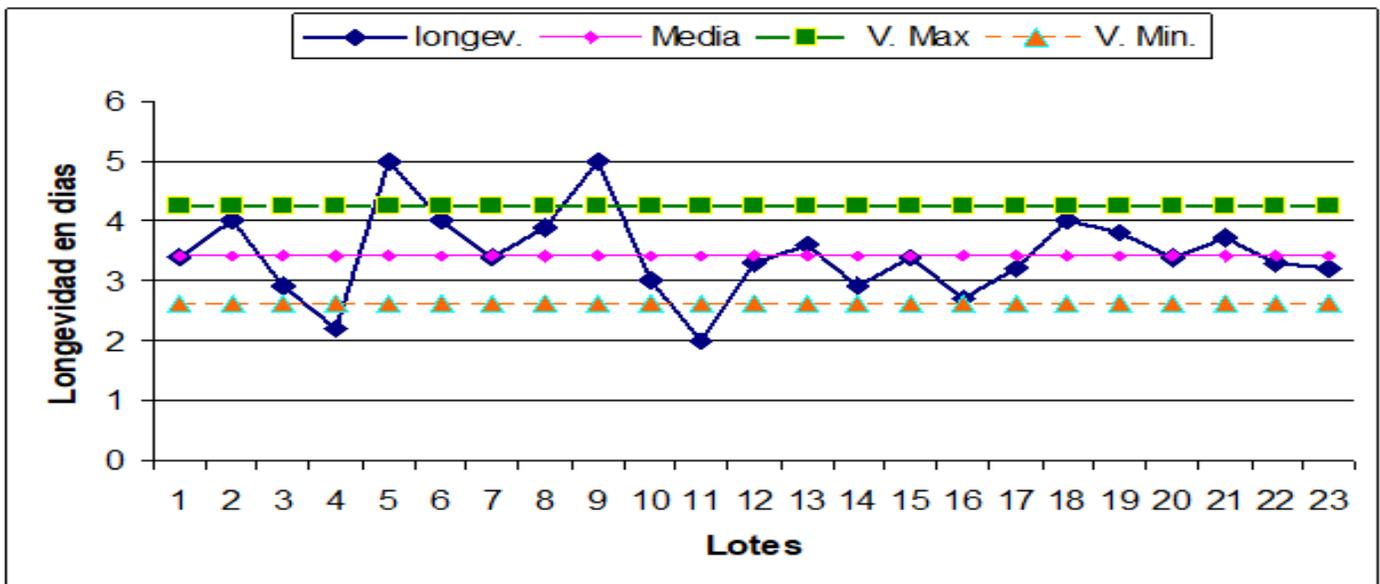


Figura 7. Longevidad del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Campaña Primavera

Los resultados de este estudio son similares con los obtenidos por (García, 2007) quienes plantean longevidad hasta de tres días. Al analizar la productividad durante la campaña de primavera, el mayor número de lotes se comportó dentro del valores mínimo y máximo obtenidos en este estudio, solo cuatro lotes alcanzaron valores entre 4,1 y 7,2 individuos por cada hembra. La productividad del parasitoide evaluado en este trabajo puso de

manifiesto que el valor medio logrado en el centro fue de tres individuos nacidos por cada hembra; su límite mínimo y máximo de acuerdo al análisis de la estadística descriptiva arrojó valores entre 2,61 y 4,25, valores que se encuentran muy por debajo de los obtenidos por (CNRFM,2007) que reporta valores de productividad de diez individuos por cada hembra.

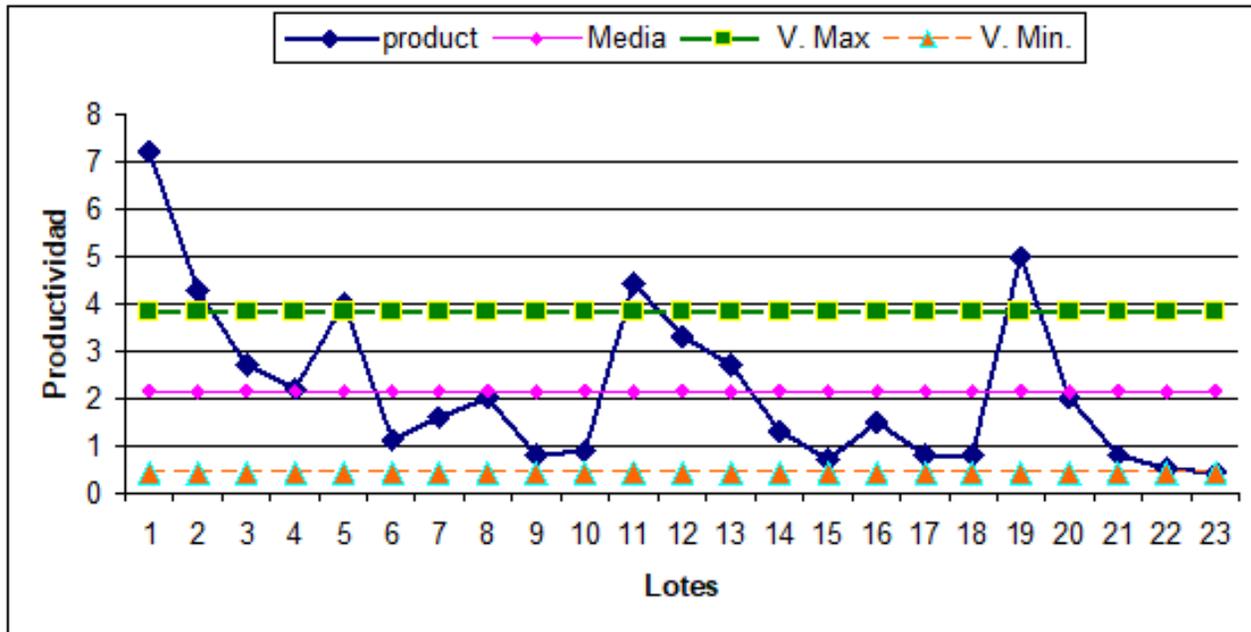


Figura 8. Productividad del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Campaña Primavera

De acuerdo a los resultados de la correlación entre las variables biológicas se pudo comprobar que las que correlacionaron fueron días emergiendo, porcentajes de deformados, proporción de sexo y longitud promedio de

la hembra, cuestión que puede ser explicada pues el demorar más días emergiendo puede estar condicionado al tamaño de la hembra por tanto a la deformación (Tabla 1).

Tabla 1. Correlación de las variables biológicas

Variables Biológicas	Proporción de sexo	Porcentaje de individuos deformados	Longitud promedio de la hembra
Días emergiendo	0,289*	0,402*	0,297*
Porcentaje de individuos deformados			0,306*

Según este resultado puede apreciarse que como para cualquier organismo vivo los factores que pueden beneficiar un parámetro pueden desfavorecer otro, si se tiene en cuenta que para el establecimiento de una cría es favorable que aumente la proporción y la longitud de la hembra mientras que es perjudicial que aumente el porcentaje de deformados. De acuerdo al análisis de correlación esta variable biológica correlaciona con la variable climática humedad relativa mínima que para el caso de la cría de *C. stephanoderis* la literatura recomienda valores de 75 %

cuestión que en el centro no se ha logrado estabilizar; de acuerdo al análisis de los valores medios más menos la desviación típica de las variables climáticas evaluada en este estudio se pudo comprobar que oscilan entre 50,8 y 63, 6 con una media de 57, 2 lo cual infiere que el valor del porcentaje de individuos deformados.

Los datos expresados en cuanto a las variables biológicas y de las condiciones controladas de temperatura y humedad están valorados en el análisis individual de cada parámetro de calidad con quien correlacionó. Es

necesario resaltar que dado que esta variable biológica correlaciona con la humedad relativa mínima es perfectamente razonable que en las condiciones del Laboratorio los valores de longitud del macho sean inferiores a los reportados en la literatura teniendo en cuenta que el rango de valores de humedad relativa mínima para este centro oscila entre 50,8 y 63,6 con una media de 57,2 lo que provoca afectación en este parámetro (Tabla 2).

**Tabla 2.** Correlación entre las Variables

Variables Biológicas	Condiciones Controladas		
	Temp. Min.	HR Max	HR Min.
Días para emerger	0,260*		

Índice sexual	0,275*		
Porcentaje de individuos deformados			0,316*
Longitud promedio del macho			0,263*
Productividad		0,275*	

Los resultados obtenidos en este estudio, permiten proponer los parámetros de calidad a tener en cuenta para establecer las categorías, es necesario señalar que no se puede realizar una comparación con otros resultados pues no existe en la literatura consultada datos al respecto.

**Tabla 3.** Propuesta de los parámetros de Calidad

Parámetros de Calidad	Valores estadísticos	Propuesta de parámetros de calidad		
	Media ± Desviación Típica	1ra	2da	3ra
Días para emerger	22,90±1,95	21 - 24	<21 ó >24	
Días emergiendo	9,05±2,65	< 12	≥ 12	≥ 14
Índice sexual	6,25±2,35	≥ 4	3 -4	<3
Porcentaje de individuos deformados	0,80± 0,12	0	< 0,68	≥ 0,92
Longitud promedio de la hembra (mm)	1,70±0,20	<1,90	1,90 –2,05	> 2,05
Longitud promedio del macho(mm)	0,6 ±0,28	0,6 – 0,9	<0,60 ó > 0,36	
Longevidad (días)	3,43±0,82	3 – 4	2	<2
Productividad	2,16±1,73	2	1-2	<1

## CONCLUSIONES

- Se logró establecer un rango de valores de los parámetros de calidad en condiciones de Laboratorio según categoría.
- Se determinó que existe correlación entre las variables biológicas, días en emergencia, proporción de sexo, porcentaje de deformados y la longitud de la hembra, por su parte el porcentaje de deformado correlacionó con la longitud de la hembra.
- Existe correlación entre las variables de temperatura mínima con la proporción de sexo y los días para emerger; la humedad relativa máxima correlaciona con la productividad, mientras que la humedad relativa mínima lo hace con el porcentaje de deformados, la longitud del macho y los días para emerger.
- La variable controlada de humedad relativa para las condiciones del Laboratorio se mantiene por debajo del rango óptimo establecido para la cría de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristizábal, L.F., Jiménez, M., Bustillo, A.E., Trujillo, H.I. y Arthurs, S.P. (2016) Monitoring coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), populations with alcohol-baited funnel traps in coffee farms in Colombia. *Florida Entomologist*, 98(1): 381-383.
- Barrera, G. (1993). Biologie de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) en laboratoire. 2. Durée de développement, sex-ratio, longévité et espérance de vie des adultes. *Café, Cacao, Thé (France)*, 37(3), 205-214. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=045761>
- Benavides, M, P. (2020). El uso de enemigos naturales en estrategias de manejo integrado de plagas a gran escala. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano* (pp. 204–220). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/10791/0001\\_9](https://doi.org/10.38141/10791/0001_9)

- Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de Montaña, (2007). Orientaciones metodológicas para CREE de montaña *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. MINAG.
- González, I. (2011). *Efectividad biológica del biopreparado a base de una cepa nativa de Beauveria bassiana Bálz Vuill. Para el control de Hypothenemus hampei Ferrari en el Escambray Cienfueguero* [Título de master en agricultura sostenible, Carlos Rafael Rodríguez]. <https://www.researchgate.net/profile/Leonides->
- Green, P.W., Davis, A.P., Cossé, A.A. y Vega, F.E. (2015) Can coffee chemical compounds and insecticidal plants be harnessed for control of major coffee pests? *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 63(43): 9427-9434.
- Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D., y Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Managua, Nicaragua: CATIE.
- Infante, F. (2018) Pest management strategies against the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(21): 5275-5280.
- Leheup, P. y Williamson, S. (2012). El uso de endosulfán se convierte en una Práctica Inaceptable.
- López, M.; L. Mayela: (1994). Uso de entomopatógenos y parasitoides como control biológico de plagas y enfermedades del café. Ministerio de la Agricultura y la Ganadería, Costa Rica.
- Mendoza-Cervantes, G., Guzmán-López, O., y Salinas-Castro, A. (2021). Manejo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), con atrayentes etanólicos en cultivos de café de Coatepec, Veracruz, México. *Revista Chilena de Entomología*, 47(2).
- Peña, E.; M. García; E. Blanco; J. F. Barreras: (2006). «Introducción de la avispa de Costa de Marfil *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en Cuba», *Fitosanidad* 10 (1):33-36, Cuba,
- Rodríguez, D., Cure, J.R., Gutierrez, A.P. y Cotes, J.M. (2017) Reproducción, ciclo biológico y relación sexual de *Cephalonomia stephanoderis* betrem en condiciones de laboratorio en cuba. A coffee agroecosystem model: III. Parasitoids of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Ecological Modelling*, 363: 96-110
- Rodríguez-Benito, Y., González-Vega, M. E., Vázquez-López, E., Gutiérrez, C. G., Magallanes-Tapia, M. A., Duarte, B. N. D., & Pérez-Álvarez, S. (2018). Recolección de Frutos Después de la Cosecha para Reducir la Infestación de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) 1 en Santiago de Cuba. *Southwestern Entomologist*, 43(2), 447-456.
- Vázquez, L. (2007). Metodología para el seguimiento del manejo agroecológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

## RESPUESTA AGRONÓMICA Y FITOSANITARIA DE PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA APLICACIÓN DE QUITOSANO EN CONDICIONES CONTROLADAS

### AGRONOMIC AND PHYTOSANITARY RESPONSE OF TOMATO PLANTS (*Solanum lycopersicum* L.) TO THE APPLICATION OF CHITOSANE UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Jorge Stiven Chanaluisa-Saltos<sup>1</sup>

Email: [stiven.chanaluisa@gmail.com](mailto:stiven.chanaluisa@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1367-6291>

Ana Ruth Álvarez Sánchez<sup>2</sup>

Email: [aalvarezs@uteq.edu.ec](mailto:aalvarezs@uteq.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2780-8600>

Juan José Reyes-Pérez<sup>2</sup>

Email: [jreyes@uteq.edu.ec](mailto:jreyes@uteq.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>

Nidia Araiza Lizarde<sup>3</sup>

Email: [naraiza@upsin.edu.mx](mailto:naraiza@upsin.edu.mx)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0477-0147>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

<sup>3</sup>Universidad Politécnica de Sinaloa

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Chanaluisa-Saltos, J. S., Álvarez Sánchez, A. R., Reyes-Pérez, J. J., Lizarde, N. A. (2022). Respuesta Agronómica y Fitosanitaria de plantas de Tomate (*solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de Quitosano en condiciones controladas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 139-145. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un componente importante en la dieta de la mayoría de la población a nivel mundial contribuyendo fuertemente a la economía de países como Ecuador. Sin embargo, el cultivo de tomate se ve afectado por *Alternaria solani* responsable del tizón temprano. El objetivo de este trabajo consistió en medir la respuesta agronómica y fitosanitaria de plantas de tomate a la aplicación de quitosano en condiciones de invernadero. Se aplicó quitosano en el cultivo de tomate a diferentes dosis (50, 100, 150, 200, 250 y 300 mg. L<sup>-1</sup>) las variables a medir fueron la emergencia, altura de planta, longitud de raíz, diámetro del tallo, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz, racimos con frutos, frutos por planta, masa del fruto, rendimiento por hectárea y estado fitosanitario. Los resultados demostraron que el quitosano aplicado a una concentración de 300 mg. L<sup>-1</sup> estimuló positivamente las variables evaluadas asociadas al crecimiento, producción y rendimiento. Además de disminuir la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani*.

**Palabras clave:** *Alternaria solani*, bioestimulante, crecimiento, cultivo

#### ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is an important component in the diet of the majority of the worldwide population, contributing strongly to the economy of countries such as Ecuador. However, the tomato crop is affected by *Alternaria solani* responsible for early blight. The objective of this work was to measure the agronomic and phytosanitary response of tomato plants to the application of chitosan under greenhouse conditions. Chitosan was applied to the tomato crop at different doses (50, 100, 150, 200, 250 and 300 mg. L<sup>-1</sup>) the variables to be measured were emergence, plant height, root length, stem diameter, weight, fresh from the root, dry weight of the root, bunches with fruits, fruits per plant, fruit mass, yield per hectare and phytosanitary status. The results showed that chitosan applied at a concentration of 300 mg. L<sup>-1</sup> positively stimulated the evaluated variables associated with growth, production and yield. In addition to reducing the incidence and severity of leaf spots caused by *Alternaria solani*.

**Key words:** *Alternaria solani*, biostimulant, growth, crop

## INTRODUCCIÓN

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L) se desarrolla en la mayoría de los países latinoamericanos, por su calidad, capacidad de adaptarse y buen precio, aumentando así su difusión, comercio y, por ende, su producción. La producción del tomate ha tenido un crecimiento sostenido desde el 2001, tiempo en el que se producía alrededor de 25.000 millones de kg en todo el mundo, en la actualidad su producción mundial es de 38.282 millones de kg, siendo sus principales productores los países de Estados Unidos Italia China y España (López, 2016).

En Ecuador, para el año 2019 la producción de tomate alcanzó un área cosechada de 1401 ha, con un rendimiento calculado de 22548.9 Kg. ha<sup>-1</sup> (FAO, 2021). La mayoría de variedades presentan buen potencial en sus características agronómicas tales como longitud, peso y diámetro del fruto, tanto en la costa como en la sierra, dependiendo de la variedad. Además de ello, su rendimiento en kg/ha, lo hace un cultivo apto para la agroindustria y la expansión de su producción en todas las zonas del país

La tendencia actual entre productores y consumidores indica que se preocupan mucho más sobre el origen de sus alimentos y la seguridad que estos les dan al momento de consumirlos. Preferiblemente sin contaminación de agroquímicos, especialmente los que se ofrecen a granel y se consumen frescos, además de ello, es importante considerar una reducción del impacto de los agroquímicos sobre el medio ambiente. A pesar de ello, aún se mantienen prácticas tradicionales de producción de alimentos donde la mayor parte de aplicación de agroquímicos se ve influenciada por el ataque de plagas y enfermedades que se hacen presentes a lo largo del ciclo de producción (Andrade & Ayaviri, 2018).

Una alternativa para la agricultura sana también es la utilización de bioestimulantes orgánicos capaces de intervenir sobre la fisiología de las plantas además de tener efecto en la resistencia diversas enfermedades producidas por hongos (Gonzales *et al.*, 2017). Uno de los bioestimulantes con grandes propiedades fisicoquímicas como la biocompatibilidad, la no toxicidad y la biodegradabilidad es el quitosano (Macea *et al.*, 2015).

El quitosano es un biopolímero con un amplio espectro de aplicaciones en diferentes áreas de la agronomía, entre las que se destacan mayores niveles de rendimiento, producción e incluso estimula los métodos de defensa ante diversos patógenos, con el plus de que no produce contaminantes que afecten a la naturaleza (Molina *et al.*, 2017). Además de ello, el quitosano puede ser utilizado como recubrimiento orgánico para diversos frutos y vegetales aumentando tanto su durabilidad en el transporte a su destino final, así como potencialmente en su vida de anaquel. La versatilidad del quitosano en sus formas de uso, baja toxicidad para los humanos e impacto ambiental, facilidad de acceso y bajos costos de producción en grandes volúmenes muestran un futuro prometedor para este bioestimulante a corto y largo plazo.

Por lo tanto, el propósito de este proyecto es utilizar quitosano como un bioproducto alternativo a los insumos químicos para mejorar el desarrollo fisiológico e inmunológico de las plántulas de tomate y a su vez y combatir la presencia de Tizon Tempano, la importancia de generar este trabajo radica en mostrar las cualidades del quitosano como un bioproducto aplicable a los cultivos de plantas de tomates, no solo por sus propiedades en relación al desarrollo fisiológico, inmunológico, sino también su aporte al conservar el medio ambiente al ser un producto orgánico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca experimental “La María”, el mes de enero a mayo del 2021 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones T1: 50 mgL<sup>-1</sup> de quitosano, T2: 100 mgL<sup>-1</sup> de quitosano, T3: 150 mgL<sup>-1</sup> de quitosano, T4: 200 mgL<sup>-1</sup> de quitosano, T5: 250 mgL<sup>-1</sup> de quitosano, T6: 300 mgL<sup>-1</sup> de quitosano y un testigo experimental T0: Sin quitosano. Con 20 plantas por unidad experimental por quintuplicado con un total de 700 plantas. La aplicación del quitosano se llevó a cabo a los 15, 30, 60 días. La siembra del tomate se realizó en condiciones de invernadero.

El porcentaje de emergencia se realizó en bandejas de germinación de 100 cavidades, contabilizando el número de semillas emergidas y se divididas para las semillas sembradas según la fórmula de Maguire, (1962). La altura de la planta se midió con una regla graduada en centímetros cada planta se calculará desde el nivel del suelo hasta la copa de la planta, las evaluaciones se realizarán a los 60 días después de la siembra. Para determinar la longitud de la raíz se utilizó 5 plantas aleatorias por repetición, y con la ayuda de una cinta métrica se procedió a determinar la longitud de la raíz principal. El peso fresco de la raíz (gr) se realizó extrayendo el material vegetal del medio donde se desarrolló y se pesó en una balanza analítica, esta medida no es destructiva y se realizó en diferentes momentos del experimento (tiempo en días o semanas).

Para el peso seco de la raíz (gr), se expuso el sistema vegetal a temperatura de entre 60°C a 80°C durante 72 horas en una estufa y se pesó en una balanza analítica (Maguire, 1962). Para el diámetro del tallo (cm) se requirió muestrear 5 plantas aleatorias por repetición, lo cual, se realizó con la ayuda de un calibrador. Los datos se registraron a los 60 días después de la siembra.

Para las variables de producción, el número de racimos con frutos (RF) y frutos por planta (FP) se realizó por conteo visual. La masa promedio de los frutos expresada en gramos (MF) se realizó por la división de la masa total de

los frutos entre la cantidad de frutos de la parcela. Por último, el Rendimiento por hectárea ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ) se obtuvo por medio del peso total de la parcela útil transformándolo a  $\text{kg/ha}^{-1}$ , para ello se empleará la siguiente ecuación:  $\text{kg/ha} = (\text{Rendimiento por parcela útil (kg)} \times 10000 \text{ m}^2) / (\text{Área de parcela útil (m}^2))$

La evaluación del estado fitosanitario comprendió en determinar la severidad para manchas foliares causadas por *Alternaria solani* (Tizón temprano) donde se utilizó la escala de Pat et al. (2017) quien indicó que: 1) el 0-0% de daño, indica que toda el área de la planta está sin mancha; 2) 0.1 – 5 % de daño, indica que de 5 a 10 manchas se puede encontrar en el área foliar; 3) 6 – 10% de daño, indica que el ¼ de la planta se encuentra afectada en el área foliar; 4) 11 – 25% de daño indica que el 1/3 de la planta se encuentra afectada; 5) 26 – 50% de daño indica que el ½ de la planta se encuentra afectada; 6) 51 – 75% de daño indica que, el 75% de toda la planta se encuentra afectada. 7) 76 – 100% de daño indica que, todas las hojas están muertas, los tallos están muertos y muriendo.

El porcentaje de incidencia se estimó contabilizando el número de plantas afectadas del total de plantas evaluadas, de los muestreos al azar. Para el cálculo del porcentaje (%) de incidencia, se utilizará la siguiente fórmula:

$\% \text{ Incidencia} = (\text{Número de plantas con síntomas} / \text{Número total de plantas de la muestra}) \times 100$

El grado de severidad se transformó a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger (1912)

$$P = \left[ \frac{n.c(2)}{\Sigma(n.v)} \right] 100$$

Dónde: P: Grado de severidad en %; n: número de muestras por categoría; v: Valor numérico de cada categoría; N: número total de muestras y C: categoría mayor

### Análisis estadísticos

Los resultados expresados en porcentaje se transformaron para su procesamiento estadístico por la fórmula sin  $\sqrt{\%}$  que garantizó que cumplieran una distribución normal. Todos los resultados se analizaron por análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey; estos análisis se realizaron con una confianza del 95% (0.05). El software estadístico utilizado fue el Minitab 17.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Emergencia

La aplicación de 300  $\text{mg.L}^{-1}$  de quitosano (T6) estimuló considerablemente el porcentaje de emergencia hasta un 24.03% referente al tratamiento control, resultado que

presenta diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) (Tabla 1) referente al tratamiento control.

**Tabla 1.** Efecto del quitosano sobre la tasa de emergencia en plantas de tomate

Tratamiento	Dosis quitosano ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	Tasa de emergencia (%)
T0	0	72,47 ± 2.12d
T1	50	79.22± 1.96c
T2	100	82.66± 3.21c
T3	150	85.64± 2.55c
T4	200	88.32± 2.87b
T5	250	91.29± 3.01b
T6	300	96.50± 2.99a
CV (%)		9%

Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2019) quienes determinaron que en las variedades Amalia y Floradae se obtenía mayores porcentajes emergencia a los 14 días después de siembra con aplicaciones de  $2\text{g.L}^{-1}$  de quitosano. Sin embargo, son menores a los reportados por Enríquez & Reyes (2018) quienes reportaron que al cuarto día después de la aplicación de quitosano se obtenía 100% de germinación en semillas de tomate variedad Amalia. Esto posiblemente se deba al reconocimiento de las moléculas de quitosano por receptores específicos de las células vegetales, la activación de estos receptores estimula la síntesis de proteínas que intervienen en el metabolismo de la célula tales como PAL, celulasas, proteasas, quitinasas entre otras, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para el embrión acelerando este proceso (Enríquez & Reyes, 2018).

### Altura de la planta

La aplicación de 300  $\text{mg.L}^{-1}$  de quitosano (T6) estimuló considerablemente la altura de la planta encontrando una altura de 91.14 cm, resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos y al tratamiento control (60.11 cm). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Pincay *et al.* (2021) y Gonzales *et al.* (2017) quienes determinaron que en el tomate variedad Yuval 810 utilizando el método de aspersión directa a las plantas de tomate y en plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) aplicando  $350 \text{ mg. ha}^{-1}$  de quitosano a los 25 días después de la germinación respectivamente, se obtenían mayores alturas de planta con respecto al testigo experimental. Nuestros resultados son mayores a los reportados por Molina *et al.* (2017) quienes reportaron un incremento en la altura de la planta de 10.81 cm con respecto al tratamiento testigo en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a).

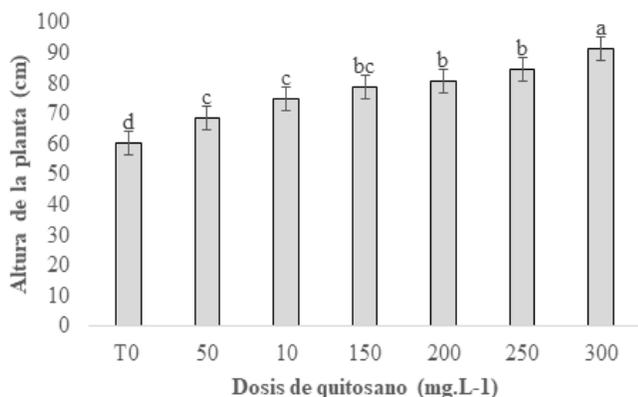


Figura 1. Efecto del quitosano sobre la altura de plantas de tomate. Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Las barras muestran el error estándar de la media.

### Longitud de raíz

Para la variable longitud de raíz, no hubo diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre ninguno de los tratamientos, a pesar de ello, el tratamiento con mayor diferencia numérica en longitud de raíz fue el tratamiento T6 con  $25,88 \pm 1.13$  cm al que se le aplicó 300 mg. L-1 (Tabla 2). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Enríquez & Reyes (2018) y Terry et al. (2017) quienes determinaron que en plántulas de tomate se obtenía mayor longitud de raíz siembra con aplicaciones de 1 g.L-1 de quitosano.

### Diámetro del tallo

Para la variable de diámetro del tallo, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L-1 de quitosano) con un diámetro de  $10.06 \pm 1.44$  cm, resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al testigo (T0) pero no presenta diferencias significativas con respecto a los tratamientos T4 y T5 ( $p \geq 0.05$ ) (Tabla 6). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Terry et al (2017) quienes determinaron que en plántulas de tomate se obtenía mayores diámetros de tallo mediante aplicación de 1 g.L-1 de QuitoMax® a los 10, 15 y 25 días después de germinación. Sin embargo,

son menores a los reportados por Pincay et al. (2021) quienes encontraron que se obtienen resultados superiores a los 16 mm de diámetro de tallo en tomate variedad Yuval 810 mediante aplicaciones de 1 g.L-1 de quitosano vía aspersión a los 15 y 30 días después de trasplante.

### Biomasa fresca de la raíz

Para la variable de biomasa fresca de la raíz, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L-1 de quitosano) con un peso de  $1,55 \pm 0.72$  gr, resultados que no presentan diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) con respecto al testigo (T0) ni de los demás tratamientos experimentales (Tabla 2). Nuestros datos coinciden con lo reportado Benavides et al. (2001) quienes determinaron que en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) no se obtienen resultados significativos con aplicaciones foliares de quitosano al 0.1 y 0.25% peso/volumen. Sin embargo, son menores a los reportados por Reyes et al. (2019), quienes encontraron que se obtienen resultados significativos en el peso fresco de plántulas de tomate, mediante aplicaciones de 1 y 2 g.L-1 de quitosano.

### Biomasa seca de la raíz

Para la variable biomasa seca de la raíz, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L-1 de quitosano) con un peso de  $0,49 \pm 0.09$  gr, resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2, pero no representa diferencias significativas con respecto a los tratamientos T3, T4 y T5 ( $p \geq 0.05$ ) (Tabla 2). Nuestros datos coinciden con lo reportado Morales et al. (2017) quienes determinaron que en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a los 20 días después de siembra, el quitosano no estimula biomasa seca de la raíz. Sin embargo, son menores a los reportados por Vázquez (2016) quien encontró que aplicaciones de quitosano intervienen en el desarrollo de biomasa seca de las raíces de tomate. Esto posiblemente se deba a que el método de aplicación de quitosano es mediante aspersión en las partes aéreas de la planta, por lo que este estimulador de crecimiento no entra en contacto directo con la raíz.

**Tabla 2.** Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento en plantas de tomate

TRT	Dosis quitosano (mg.L-1)	Longitud Raíz (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Biomasa fresca de la raíz (gr)	Biomasa seca de la raíz (gr)
T0	TESTIGO	$13,93 \pm 1.55c$	$7.29 \pm 0.91c$	$1,42 \pm 0.69ab$	$0.26 \pm 0.09cb$
T1	50	$14.86 \pm 1.26c$	$7.89 \pm 0.98c$	$1,44 \pm 0.99a$	$0.30 \pm 0.08b$
T2	100	$15.66 \pm 1.72c$	$8.32 \pm 1.44bc$	$1,46 \pm 0.83a$	$0.33 \pm 0.06b$
T3	150	$17.97 \pm 1.98c$	$8.96 \pm 1.01b$	$1,48 \pm 0.54a$	$0.37 \pm 0.07a$
T4	200	$19.61 \pm 2.12c$	$9.12 \pm 1.55ab$	$1,52 \pm 0.72a$	$0.42 \pm 0.08a$
T5	250	$23.55 \pm 1.93c$	$9.51 \pm 1.03a$	$1,53 \pm 0.48a$	$0,44 \pm 0.10a$
T6	300	$25,88 \pm 1.13c$	$10.06 \pm 1.44a$	$1,55 \pm 0.72a$	$0,49 \pm 0.09a$

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). TRT= Tratamiento

### Racimos con frutos

Para la variable racimos con frutos, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano) con 15.03±1.98 racimos con fruto, resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos y al testigo (T0) (Tabla 3). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2020) quienes determinaron que en plantas de tomate se obtenía mayor número de racimos con frutos mediante aplicaciones de 300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que la aplicación de quitosano tomate cultivar Mara, resultaba en 3.32 racimos con frutos referente al testigo control.

### Frutos por planta

Para la variable frutos por planta, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano) con 75.63±2.13 frutos por planta, resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos y al testigo experimental (T0) (Tabla 3). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2020) quienes determinaron que

en plantas de tomate se obtenía mayor número frutos por planta mediante aplicaciones de 300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por García *et al.* (2021) quienes determinaron que la aplicación de quitosano tomate variedades ESEN y L-43 aumenta el número de frutos por planta a 6.9 y 10.5 respectivamente referente al testigo control. Esto posiblemente se deba a la capacidad estimulante del quitosano, además de ello, al inhibir la presencia de patógenos con los que competir por nutrientes, permite el desarrollo armónico de los procesos celulares resultando en una mayor producción de frutos (Nge *et al.*, 2006).

### Biomasa fresca del fruto

Para la variable biomasa fresca del fruto, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano) con una biomasa fresca del fruto de 181.23±4.35 gr, resultados que no presentan diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) con respecto al T5, pero si representa diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos y al testigo experimental (T0) (Tabla 7).

Tabla 3. Efecto del quitosano sobre los componentes de producción de plantas de tomate

Tratamiento	Dosis quitosano (mg.L <sup>-1</sup> )	RF	FP	BMF
T0	Solo agua	6.37±1.23c	28.95±2.47d	82.9±4.32d
T1	50	6.99±1.01c	34.51±3.05d	114.96±3.77c
T2	100	7.56±1.42bc	42.36±1.92c	121.18±5.04c
T3	150	8.99±1.33bc	48.46±2.25c	143±4.36b
T4	200	10.21±1.12b	51.29±1.56c	155.67±4.13ab
T5	250	12.26±1.56b	63.64±2.23b	174.14±3.99a
T6	300	15.03±1.98a	75.63±2.13a	181.23±4.35a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). RF= Racimos con frutos; FP= Frutos por planta; BMF= Biomasa fresca del fruto

Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2020) quienes determinaron que en plantas de tomate se obtenía mayor biomasa del fruto mediante aplicaciones de 300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por García *et al.* (2021) y Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que la aplicación de quitosano en plantas de tomate variedad ESEN, L-43 y Mara aumentan la biomasa de los frutos en 42, 22 y 18.21 gr respectivamente. Esto posiblemente se deba a la capacidad del quitosano en afectar positivamente los procesos fisiológicos de las plantas aumentando el tamaño de las células de los frutos y al funcionar como una película protectora mantiene la turgencia de las mismas (Lachimba *et al.*, 2020).

### Rendimiento por hectárea

Para la variable de rendimiento se observó que el tratamiento con mayor rendimiento fue el T6 (300 mg. L<sup>-1</sup> de quitosano) con una producción de 26321.00 Kg. ha<sup>-1</sup> resultados que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

con respecto a los otros tratamientos y al control experimental (T0) (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto del quitosano sobre el rendimiento de plantas de tomate

Tratamiento	Dosis quitosano (mg.L <sup>-1</sup> )	Rendimiento (Kg.ha <sup>-1</sup> )
T0	0	15011.06±32.39d
T1	50	18901.17±45.16c
T2	100	20322.01±62.77b
T3	150	21501.55±50.23b
T4	200	22266.18±80.83b
T5	250	23303.24±73.32b
T6	300	26321.00±61.51a
CV (%)		17%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

Nuestros datos coinciden con lo reportado por Lachimba et al. (2020) y Rodríguez et al. (2013) quienes al evaluar el comportamiento de la variedad Amalia con diferentes dosis de quitosano descubrieron que los tratamientos mayor rendimiento referente al testigo control fueron a los que se le aplicó 300 mg. ha<sup>-1</sup>.

### Estado Fitosanitario

Para el estado fitosanitario se observó una reducción significativa general de la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por el Tizón temprano en plantas de tomate en condiciones de invernadero en los tratamientos con la aplicación de quitosano. El tratamiento que presentó los valores menores de incidencia y severidad fue el tratamiento T6 (300 mg. L<sup>-1</sup>) con valores de 29.8 % y 37.3% respectivamente; datos que presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los otros tratamientos y al control experimental (T0) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani* (Tizón temprano) plantas de tomate en condiciones de invernadero inoculadas con quitosano en diferentes dosis.

Tratamiento	Dosis quitosano (mg.L <sup>-1</sup> )	Incidencia %	Severidad %
T0	0	66.3±2.25a	52.5±3.06a
T1	50	57.6±1.57b	50.3±3.5 a
T2	100	51.1±2.62bc	48.7±3.44 b
T3	150	48.3±3.16c	46.5±3.73 b
T4	200	45.5±2.22c	45.5±2.58 b
T5	250	32.6±1.98d	40.6±2.99 bc
T6	300	29.8±2.05d	37.3±2.21 c
CV (%)		27%	12%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

Nuestros datos coinciden con lo reportado por Stocco (2016) y Rodríguez *et al.* (2019) quienes determinan que aplicando quitosano en diferentes fases fenológicas se puede reducir la incidencia y severidad de *Alternaria* spp en uva de mesa y tomate respectivamente. Esto posiblemente se debe a que la presencia de quitosano produce malformaciones en las hifas del hongo, además influye en la producción de OHs, polifenoxidas y peroxidasas, que son moléculas liberadas por las plantas como mecanismo de defensa ante ataques de agentes fitopatógenos (Rodríguez *et al.* 2019; Sánchez, 2007).

### CONCLUSIONES

La mejor respuesta agronómica asociadas a las variables como emergencia y crecimiento vegetal en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L) en condiciones controladas fue de 300 mgL<sup>-1</sup> de quitosano.

La mayor producción y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L) en condiciones controladas fue obtenida con la dosis más alta (300 mgL<sup>-1</sup>).

La aplicación de quitosano en las plantas de tomate reduce consecutivamente a medida que se eleva la dosis; entre mayor sea la dosis de quitosano menor es el porcentaje de incidencia y severidad entre los tratamientos.

### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), por el financiamiento aportado mediante la Octava Convocatoria del Fondo Competitivo FOCICYT 2020-2021 de los Fondos Concursables de Investigación, Ciencia y Tecnología de la UTEQ titulado: Uso agrícola de biosólidos de cultivos piscícolas y su efecto en la producción de hortalizas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C., & Ayaviri, D. (2018). Demanda y Consumo de Productos Orgánicos en el Cantón Riobamba, Ecuador. *Información Tecnológica*. 29(4): 217-226.
- Benavides, A., Romero, J., Ledesma, A., & Raygoza, J. (2001). La aplicación foliar de quitosano en ácido acético aumenta la biomasa de la lechuga. *Biotam*. 12(3): 1-6.
- Enriquez, E., & Reyes, J. (2018). Evaluación de quitomax® en la emergencia, crecimiento y nutrientes de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ciencia y Tecnología*. 11(2): 31-37
- García, T., González, L., Boicet, T., Jiménez, M., Falcon, A., & Terrero, J. (2021). Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulantes con quitosano. *Terra Latinoamericana*. 39: 1-9.
- González, L., Jiménez, M., Vaquero, L., Paz, I., Falcon, A., & Araujo, L. (2017). Evaluación de la aplicación de quitosano sobre plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Centro Agrícola*. 44(1): 34-40.
- Lachimba, W., González, L., & Boicet, T. (2020). Comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad Amalia en Cuba y Ecuador al aplicarle Quitomax®. *Revista Granmense de Desarrollo Local*. 4: 515-526.
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica.
- Macea, B., De Hoyos, C., Montes, Y., Fuentes, E., & Ruiz, R. (2015). Síntesis y propiedades de filmes basados en quitosano/lactosuero. *Polímeros*, 25(1), 58–69
- Maguire, J. (1962) Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* (2): 176-177.

- Molina, J., Colina, M., Rincón, D., Vargas, J. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 8(2): 151-165.
- Morales, D., Rodríguez, J., Jerez, E., Rodríguez, P., Álvarez, I., Díaz, Y. (2017). Efecto del Quitomax® en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego crecimiento y rendimiento. *Cultivos Tropicales*. (38)2: 119-128.
- Nge, K., Nwe, N., Chandkrachang, S., Stevens, W. (2006). Chitosan as a growth Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2021). FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>, stimulator in orchid tissue culture. *Journal of Plant Science* (170):1185-1190.
- Pincay, D., Cedeño, J., Espinosa, K. (2021). Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*. *Centro Agrícola*. 48(3): 25-31.
- Reyes, J., Enríquez, E., Ramírez, M., Rodríguez, A., Rivero, M. (2019). Respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de quitosano. *Centro Agrícola*. 46(4): 21-29.
- Reyes, J., Rivero, M., García, E., Beltrán, F., Ruiz, F. (2020). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. *Biotecnia*. 22(3): 156-163.
- Rodríguez, R., Figueredo, J., Gonzalez, O. (2013). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. "Amalia". *Centro Agrícola*. 40(2): 79-84.
- Rodríguez, C., González, R., Bautista, S., Gutiérrez, P. (2019). Efecto del quitosano en el control de *Alternaria* sp. en plantas de jitomate en invernadero. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 22: 1-7.
- Stocco, A. (2016). Etiología, manejo y monitoreo de alteritaria spp. en uva de mesa. Tesis. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina
- Terry, E., Falcon, A., Ruiz, J., Carrillo, Y., Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*. 38(1): 147-154.

## EVALUACIÓN DEL RIEGO CON ENROLLADORES Y REQUERIMIENTOS HÍDRICOS EN CAÑA DE AZÚCAR (*SACHARUM OFFICINARUM L.*) EN LA UBPC “EL LIMPIO”

### EVALUATING THE IRRIGATION SYSTEM BY ROLLERS AND WATER REQUIREMENTS OF SUGAR CANE (*SACHARUM OFFICINARUM L.*) IN THE UBPC “EL LIMPIO” CONDITIONS

Reinaldo Pérez Armas<sup>1</sup>

E-mail: [rpereza@ucf.edu.cu](mailto:rpereza@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-8993>

Juan Miguel González Rodríguez<sup>2</sup>

E-mail: [jmiguel@gesacf.azcuba.cu](mailto:jmiguel@gesacf.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7651-322X>

José Carlos Sardiñas Montalvo<sup>3</sup>

E-mail: [Jose.sardinias63@gmail.com](mailto:Jose.sardinias63@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1554-492X>

Lissett Ponce Rancel<sup>1</sup>

E-mail: [lponce@ucf.edu.cu](mailto:lponce@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0889-7492>

<sup>1</sup>Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez

<sup>2</sup>GESA Cienfuegos. Reparto Punta Gorda. Cienfuegos

<sup>3</sup> Delegación Municipal de la Agricultura Cienfuegos. Cienfuegos

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Armas, R., González Rodríguez, J. M., Sardiñas Montalvo, J. C., Ponce Rancel, L. (2022). Evaluación del riego con enrolladores y requerimientos hídricos en caña de azúcar (*sacharum officinarum l.*) en la UBPC “El Limpio”. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 146-151. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los parámetros de explotación del sistema de riego por enrolladores y la satisfacción de los requerimientos hídricos de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum L.*) en el bloque 3526 de la UBPC “El Limpio” se desarrolló la presente investigación del tipo correlacional múltiple en el que se hace una caracterización general del área, del sistema de riego y de las variables climáticas. Se comprobaron los parámetros de explotación del sistema mediante observaciones y mediciones de campo que incluyó la medición de la pluviometría del aspersor, la que se procesó con el software CATCH3D que permitió obtener la lámina media (V m), la lámina media en el 25 % menos regado (V 25 %), la Uniformidad de Distribución (UD) y el Coeficiente de Uniformidad (CU). Se determinaron las necesidades hídricas del cultivo para el periodo de noviembre a mayo con el software CROPWAT, se evaluaron las posibilidades de satisfacción de esas necesidades por el sistema de riego. Los resultados principales del trabajo reflejan que los parámetros obtenidos en la evaluación no se corresponden con los de diseño, el sistema opera con una Uniformidad muy baja (75 %) y entrega una norma bruta (522 m<sup>3</sup>.ha<sup>1</sup>), se consideró que las necesidades hídricas de la caña pueden ser cubiertas con este sistema hasta en el periodo crítico

**Palabras clave:** Necesidades hídricas, enrolladores, pluviometría, riego, uniformidad

#### ABSTRACT

With the objective of evaluating the operating parameters of the irrigation system by rollers and the satisfaction of the water requirements of sugarcane (*Sacharum officinarum L.*) in block 3526 of the UBPC “El Limpio” was developed the present investigation of the multiple correlational type in which a general characterization of the area, of the irrigation system and of the climatic variables is made. The operating parameters of the system were verified by observations and field measurements that included the measurement of rainfall, which was processed with the CATCH3D software that allowed to obtain the middle sheet (V m), the middle sheet in the 25% less watered (V 25%), Distribution Uniformity (UD) and Uniformity Coefficient (CU). The water needs of the crop were determined for the period from November to May with the CROPWAT software, the possibilities of satisfying those needs by the irrigation system were evaluated. The main results of the work reflect that the design parameters do not correspond to those obtained in the evaluation, the system operates with a very low Uniformity (75%) and delivers a gross standard (522 m<sup>3</sup>. ha<sup>1</sup>), it was considered that the needs cane water can be covered with this system even in the critical period

**Key Word:** Water needs, winders, rainfall, irrigation, uniformity

## INTRODUCCIÓN

La inestabilidad en el clima, la distribución irregular de las lluvias tanto temporal como espacialmente hacen cada día a los cultivos más dependientes del riego para satisfacer sus necesidades hídricas a la vez que demanda un uso racional del agua considerando que la disponibilidad de este recurso es cada día menor.

La adecuada gestión del riego es la que determina cuándo y cuánto regar, sobre la base de las necesidades de agua de los cultivos, las características del suelo y las condiciones climáticas del entorno para optimizar la calidad y cantidad de la producción (Vázquez et al., 2017).

La situación actual del uso del agua en Cuba, según Herrera. (2011), indica que se utiliza anualmente para la producción agropecuaria cerca del 60 % del total del agua demandada, lo cual asciende como promedio a 4,3·10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> y de ello más del 90 % se utiliza para el riego de los cultivos agrícolas, con un área bajo riego actual que corresponde a menos del 11% del área total cultivada en Cuba (3,7·10<sup>6</sup> ha) y una eficiencia global promedio de los sistemas de riego menor del 65 %.

Mucho se ha avanzado en la tecnificación del riego lo que ha permitido disponer de sistemas modernos con capacidad de adaptarse a diversas condiciones, pero la cuestión está en explotarlos adecuadamente para conseguir eficiencia alta en la aplicación del riego lo cual es posible si se conoce bien, entre otros elementos, los parámetros de operación del sistema.

El mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de riego es un tema prioritario para la mayoría de los países del mundo (Sánchez & Sánchez, 2004). En el 60 Encuentro del Consejo Ejecutivo de la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la 5ta Conferencia Regional Asiática este fue un aspecto analizado y se constató un aumento significativo de la eficiencia del riego (hasta en un 20%) solo con mejoras en la operación de los sistemas y el manejo del riego (Madramootoo y Helen Fyles, 2010; Mukesh y Kapadia, 2010).

La evaluación de los sistemas una vez concluido su montaje, al inicio de las campañas de riego y cuando estos comiencen a explotarse nuevamente luego de una avería

resulta imprescindible para garantizar su correcta explotación. (Lamela, 2011).

Otro elemento importante para asegurar el riego oportuno y efectivo es conocer las necesidades hídricas reales del cultivo teniendo en cuenta las características del suelo, del clima y de la propia planta.

Según Cisneros (2008) para efectuar los riegos en las debidas condiciones hay que tener información fidedigna de las necesidades reales del cultivo que, como se conoce, van cambiando a lo largo del ciclo vegetativo y del tiempo atmosférico. Con los avances tecnológicos actuales es posible determinar con bastante precisión dichas necesidades.

La caña de azúcar, tal como lo definió Álvaro Reynoso, es de regadío, por lo que en las condiciones de Cuba es imposible concebirlo sin la presencia del riego. La demanda total de agua del cultivo está en el entorno entre 1 683 y 1 880 mm anuales con una participación importante de la lluvia para satisfacer esta demanda y el complemento con riego de unos 300 a 600 mm, en dependencia de los diferentes suelos, zonas climáticas, épocas de plantación y ciclos de corte y considerando además la distribución temporal y espacial de la lluvia y su aprovechamiento

### Objetivo general

Evaluar los parámetros de explotación del sistema de riego por enrolladores y la satisfacción de los requerimientos hídricos de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) en el bloque 3526 de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "El Limpio".

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el presente trabajo se realizó una investigación no experimental en el sistema de riego por enrolladores que beneficia al Bloque de Producción Cañera 3526 perteneciente a la UBPC "El Limpio" (Figura 1), este fue objeto de evaluación de la efectividad del riego. Para este estudio se tuvo en cuenta los parámetros de explotación y su correspondencia con los requerimientos hídricos del cultivo.

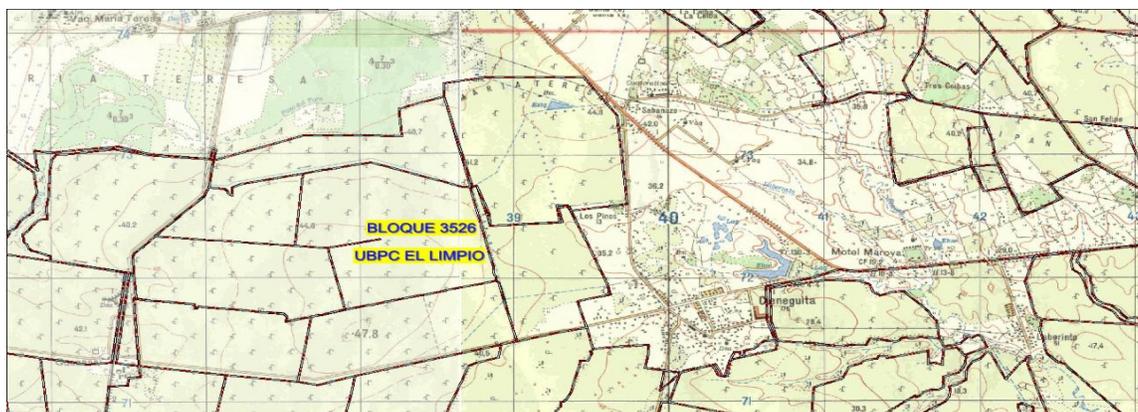


Figura 1. Localización del sistema de riego por enrolladores que beneficia al Bloque de Producción Cañera 3526. Fuente: Los autores

Las características de la explotación del sistema de riego, según la información recogida durante la ejecución del ensayo, son las siguientes:

- La parcela de riego ocupa un área de 91.0 ha.
- La parcela de riego se beneficia con tres máquinas Modelo IRTEC.
- Cada una de las máquinas cubre dos posiciones por jornada para cumplir con el intervalo de 10 días planificado en el régimen de riego, para ello la velocidad de recogida de la manguera es de 22 m/h.
- El aspersor es del tipo Konkord con una entrega de 974 L.min<sup>-1</sup> (16,23 L.s<sup>-1</sup>) para esto utiliza una boquilla Ø 30 mm, con una presión de trabajo de 30 m.
- El tiempo de riego necesario para entregar la norma solicitada es de 17 horas por jornada.
- La carga necesaria en el hidrante es de 67,5 m para garantizar el régimen de explotación de la máquina y el aspersor.

### *Evaluación del sistema de riego por enrolladores*

Para la comprobación de parámetros relacionados con la efectividad del sistema se tuvo en cuenta los elementos para la evaluación de los sistemas de riego a presión (Lamelas, 2011) y se utilizó el programa automatizado CATCH-3D de la Universidad de Utah, Estados Unidos.

Previamente a la evaluación se comprobó los parámetros de manejo del sistema, además de verificó el estado técnico de los diferentes componentes de la instalación y que los mantenimientos realizados garantizaban la explotación adecuada del sistema.

Los parámetros evaluados permitieron:

- Determinar la uniformidad del riego
- Determinar la norma de riego aplicada
- Detectar la existencia de problemas con la explotación del sistema

La evaluación se realizó en el momento de reinicio de la campaña de riego para asegurar la producción de caña con destino a la industria. Los medios utilizados fueron:

1. Manómetros de glicerina incorporados a la máquina y al aspersor.
2. Pluviómetros
3. Estacas
4. Cronómetro
5. Probeta graduada
6. Cinta métrica de 50 m

Para evaluar la uniformidad del riego se siguieron los siguientes pasos:

1. Traslado del cañón sobre un eje cortado por una red de pluviómetros, separados a 1.4 x 1.4 metros ubicados en dos líneas perpendiculares al mismo. Los pluviómetros fueron colocados a ambos lados de la manguera, asignándose una fila y columna a cada uno. La red de pluviómetros se colocó en mitad del trayecto
2. El trayecto del cañón (longitud del tubo desenrollado) y la posición de la línea de pluviómetros se eligió de manera que la línea no recibió agua de riego al comienzo y al final del trayecto. se desenrolló una longitud de tubo tres veces mayor que el alcance del cañón

Una vez iniciada la evaluación:

- Se ajustó la velocidad media de desplazamiento del carro porta-aspersor (al marcar dos puntos en la manguera y colocar una estaca lateral en el punto más alejado del carro porta-aspersor y ajustar el tiempo de traslado hasta el segundo punto). La relación espacio y tiempo obtenida es la velocidad de recogida de la manguera
- Se controló la presión de bombeo, en el tambor y en el aspersor. Se comprobó el radio efectivo regado.
- Se midió el volumen de agua recogido por los pluviómetros colocados, iniciándose inmediatamente que terminó de incidir sobre ellos el aspersor
- Durante la evaluación, se llevó el control de las condiciones climáticas, se eligió las horas tempranas de la mañana para desprejir la velocidad del viento.

Los datos de los volúmenes recolectados se procesaron con el programa informático CATCH 3D. Este permitió determinar:

La media de todos los volúmenes recogidos en los pluviómetros utilizados (V m)

La media de los volúmenes recogidos en el 25 % de la superficie peor regada (V 25 %)

La Uniformidad de Distribución (UD) a partir de la relación entre el valor de V 25 % más bajo entre V m

El Coeficiente de Uniformidad (CU) determinado por la expresión:

d: Desviaciones de la lámina media

L m: Lámina media (mm)

n: Número de observaciones

Obtenidas las láminas aplicadas, se busca la distancia óptima, o sea aquella que, de la mejor uniformidad sobre una franja, teniendo en cuenta la superposición de riego sobre las franjas vecinas y suponiendo naturalmente que la distribución transversal sea la misma en esa franja y en las adyacentes

### Determinación de las necesidades hídricas de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*. L)

Para determinar si el régimen de explotación del sistema satisface los requerimientos hídricos del cultivo se utilizó el programa CROPWAT Versión 4.3.

Este programa permite calcular la ETc (evapotranspiración del cultivo), que representa las necesidades de agua, y también determina el régimen de riego necesario para las condiciones edafoclimáticas y de desarrollo del cultivo.

Los requerimientos hídricos del cultivo se refieren a un retoño cañero cosechado a inicios de la zafra anterior con un ciclo de desarrollo de 12 meses. Los datos de suelo y clima para la obtención de los requerimientos hídricos del cultivo y del régimen de riego necesario mediante el programa CROPWAT se describen a continuación:

Condiciones del suelo.

El suelo predominante en el Bloque cañero 3526 es del Tipo Ferralítico Rojo Típico. Las propiedades hidrofísicas fundamentales de este tipo de suelo se resumen a continuación en la tabla 1

Tabla 1: Propiedades hidrofísicas del suelo del bloque cañero 3526

Profundidad a humedecer (m)	Máxima humedad disponible en el suelo (mm.m-1)	Máxima tasa de infiltración de la lluvia (mm.h-1)
0.30	82	26

Fuente: El autor

El comportamiento histórico de las principales variables climatológicas de la zona donde se ubica el Bloque Cañero 3526 fueron tomados del Certificado Meteorológico 022010 de la estación meteorológica asociada a esta área.

Estas variables se utilizaron para el cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (Eto), con el programa informático CROPWAT (Allen, R. G., 1998) recomendado por la FAO el cual se basa en el método Penman-Monteih, y es el más apropiado para estimar la Eto,

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de los parámetros de explotación del sistema de riego por enrolladores

En la evaluación del sistema se pudo constatar la correspondencia o no de los parámetros de explotación del sistema con los de diseños.

La duración de la prueba fue de 105 minutos, en los que los pluviómetros recolectaron en su conjunto 5,228 m<sup>3</sup> que representan el 5,1 % del volumen total descargado por el aspersor que fue de 102,249 m<sup>3</sup>.

El gasto o caudal del aspersor es de 16,23 L.s<sup>-1</sup>, el que se corresponde exactamente con el de diseño.

Durante la medición la velocidad del viento se mantuvo por debajo de los 2 m.s<sup>-1</sup>, y alcanzó como valor promedio 1 m.s<sup>-1</sup>, este es un valor considerado como bueno según Montero, (2005) y que no afecta la uniformidad y ni la calidad del riego.

La velocidad de desplazamiento del equipo no se corresponde con la de diseño que según el catálogo debe ser a razón de 27 m.h<sup>-1</sup> y sin embargo la evaluación arrojó que el equipo se movió a 21,89 m.h<sup>-1</sup>. Esta diferencia es bastante notable por lo que afecta considerablemente el riego, al suelo y al cultivo.

La información obtenida del procesamiento de los datos mediante el programa informático CATCH 3D (Tabla 2) se resume en los parámetros: volumen total capturado en los pluviómetros, la duración de la prueba, el área que ocupa cada pluviómetro, la descarga del aspersor, espaciamiento de la red pluviométrica y velocidad y dirección del viento considerado en el estudio.

– Evaluación de la uniformidad del sistema.

El Coeficiente de Uniformidad obtenido es del 91.3 % y la Uniformidad de Distribución del 85.1 % para una magnitud de la velocidad del viento considerada entre 0-2 m.s<sup>-1</sup>, ambos valores como expresión de la uniformidad del riego en el sistema son considerados como buenos, según la metodología utilizada y resultados obtenidos por Lamelas (2011).

También coinciden con otros trabajos realizados en estos sistemas y con el criterio de Tarjuelo (2005), que plantea que los sistemas de riego por enrolladores pueden obtener buena uniformidad si se elige bien: la presión de trabajo, el tamaño y tipo de boquillas, el espaciamiento entre bandas regadas, el ángulo del sector regado, y la velocidad de avance del cañón es uniforme.

De acuerdo con Jiménez (2011), un sistema de riego con enrolladores riega bien cuando consigue CU en el rango (80 a 90 %). como es el caso del presente estudio.

Resultados similares fueron obtenidos por Torres Núñez y Céspedes Rodríguez (2018) en una evaluación hidráulica a un sistema de riego por enrolladores en la Empresa Azucarera “Bartolomé Masó Márquez” en la provincia Granma donde obtuvieron Cu de hasta 87,65 % con velocidad del viento superiores a los 2 m.s<sup>-1</sup>

Tabla 2: Resultados de la evaluación del sistema

Parámetros	UM	Valor
Lámina neta aplicada	mm	39,2
Lámina aplica al 10 % más regado	mm	45,9
Lámina aplica al 10 % menos regado	mm	30
Coefficiente de uniformidad	%	91,3
Uniformidad de la distribución	%	85,1
Intensidad de la aspersion	mm.h-1	22,4
Uniformidad de la distribución para el 25 % de área menos regada	%	4,3

*Determinación del nivel de satisfacción de las necesidades hídricas del cultivo de la caña con el sistema de riego por enrolladores*

Se determinaron los requerimientos hídricos del cultivo de la caña de azúcar, con la utilización del programa CROPWAT, para las condiciones de suelo, clima y de desarrollo del cultivo. Esto permitió comparar las necesidades del cultivo en su período crítico con el régimen de explotación del sistema.

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) aportó el consumo teórico de agua que puede ser utilizado para cualquier cultivo y con el que se determina la evapotranspiración real al tener en cuenta el coeficiente del cultivo (K<sub>c</sub>). Por las características del suelo, el clima y la fase de desarrollo de la caña en el periodo que se realiza este estudio se pudo determinar que las necesidades de agua del cultivo para las decenas comprendidas en este periodo se encontraban entre 32,73 mm y 39,33 mm excepto en la última decena en que el consumo de la planta bajó y por tanto las necesidades de agua disminuyeron hasta 18,01 mm. Estos valores se corresponden con las exigencias del cultivo

La norma neta parcial necesaria para la fase crítica del cultivo es de 19.3 mm (193 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) con un intervalo de 5 días. La norma neta parcial, según el régimen de explotación del sistema, obtenida durante el ensayo es de 39.2 mm (392 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) para un intervalo de 10 días. Al comparar estos valores con las necesidades hídricas que deben ser cubiertas con el riego se puede ver la diferencia que existe entre el valor teórico de la norma de riego y las necesidades de riego (Requerimientos de agua menos las lluvias aprovechadas). Las necesidades de riego para la decena nunca llegan a sobrepasar los 30 mm, por tanto, no es necesario aplicar la norma teórica.

Este elemento justifica la necesidad de manejar el riego en función del comportamiento de los elementos del clima y del balance de humedad del suelo.

Esta norma es excesiva para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo en su momento de máxima demanda de riego, aunque la frecuencia de riego con que se

explota el sistema es de 10 días, inferior a los 5 días que se requieren.

Esta apreciación se corresponde con los riegos a intervalos muy cortos (excepto el riego por goteo) o muy largos, no se justifican económicamente en comparación con aquellos donde se ha consumido 60 % del agua disponible. Las áreas con intervalos de riegos muy largos presentan similares respuestas a los lotes cañeros no irrigados,

Los resultados obtenidos manifiestan que el sistema se somete a una explotación excesiva, expresada en la aplicación de una norma por encima de la planificada para satisfacer la máxima demanda del cultivo y de la que necesitaba en el momento de la evaluación.

En esas condiciones de explotación no es posible lograr la durabilidad estimada para el equipo y no por razones tecnológicas, si no de manejo.

La figura 2 muestra como en el periodo evaluado con el incremento de las lluvias disminuyen las necesidades de agua que deben ser cubierta por el riego, lo que da la posibilidad de que el sistema pueda cumplir estos requerimientos sin una sobre-explotación. Por otro lado, en la medida que el cultivo avanza en su ciclo vegetativo y se acerca a la cosecha, como ya ha alcanzado su máximo desarrollo las necesidades hídricas disminuyen.

El conocimiento de las necesidades de agua de cultivo de forma precisa a lo largo de todo el ciclo y el aporte real que hacen las lluvias es lo que permite hacer una planificación certera del riego tanto en el momento adecuado para aplicarlo como en la lámina que se debe aplicar

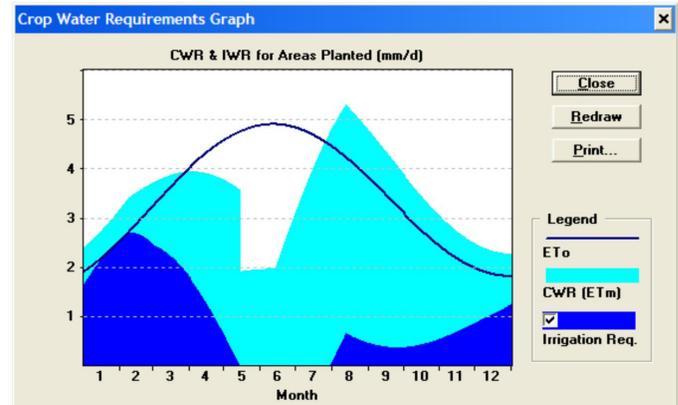


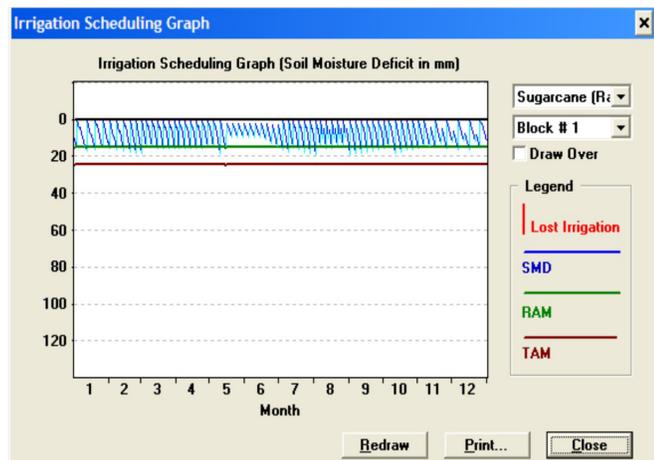
Figura 2. Determinación de las necesidades hídricas y de riego para el cultivo de la caña

A partir del comportamiento de las necesidades hídricas calculadas y de las precipitaciones ocurridas durante el periodo de estudio es posible establecer el esquema de riego que precise el momento ideal para regar y la dosis o lámina de riego a aplicar y que el cultivo de la respuesta productiva esperada

La figura 3 expresa el comportamiento de la dinámica de la humedad del suelo en el periodo de estudio. El manejo

adecuado del riego permite que el contenido de humedad del suelo se mantenga, durante todo el ciclo, entre los límites de la humedad óptima, es decir entre capacidad de campo (0 mm de déficit de agua) y Límite productivo (17,5 mm de déficit de agua).

En estas condiciones el cultivo no sufre stress hídrico y por tanto puede disponer del agua y con ello utilizar los nutrientes presentes en el suelo para su desarrollo.



**Figura 3.** Comportamiento de la dinámica de la humedad del suelo

## CONCLUSIONES

1. El sistema trabaja con una uniformidad del 91,3 % y una intensidad de la aspersión de 22,4 mm.h<sup>-1</sup>, lo que garantiza una adecuada organización de su explotación en función de las necesidades hídricas de la caña.
2. El sistema trabaja a una velocidad menos que la de diseño, por lo que la dosis de riego es superior a la planificada.
3. El sistema puede asegurar todos los riegos incluso en los momentos de mayor demanda asegurando así satisfacción de las necesidades hídricas de la planta en todas las fases de desarrollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G. (1998): Crops evapotranspiration, Guidelines for computing cropwater requirements, FAO, Irrigation and Drainage, Roma, p. 56.
- Cisneros, E. (2008). Consideraciones sobre el servicio de asesoramiento al regante para las condiciones de Cuba. SCIELO. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 20(3), 5.
- Herrera., (julio-diciembre 2011): El uso del agua en la Agricultura en Cuba. *Rev.Ingeniería Agrícola*, ISSN-2227-8761, RNPS-2284, vol. 1, No. 2, pp. 1-7

Jiménez, E. (2011). “Enmiendas en la norma NC ISO 8224 (1ra parte) relacionadas con

máquinas de riego móviles (enrolladores).” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 20(3): 30-34.

Lamelas, C. (2011). Elementos parciales para la evaluación de los sistemas de riego a presión. INICA. MINAZ.

Madramootoo, CH. A. & H. Fyles (2010): “Irrigation in the context of today s global food crisis, *Irrigation and Drainage*,” *Irrig. and Drain.*, 59: 40–52.

Montero J. (2005). Recomendaciones para un adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego por aspersión. Centro regional de Estudios del Agua. Necesidades del riego en la caña de azúcar. Editorial Academia.

Mukesh, B. J. & V.P. Kapadia (, 2010) “Sharing water in the 21st century: Rethinking the rationale? *Irrigation and Drainage*,” *Irrig. and Drain.*, 59: 92–101

Sánchez, L. D. & A. Sánchez. (2004). Uso eficiente del agua, International Water and Sanitation Centre, CINA-RA.

Torres Núñez A. & Céspedes Rodríguez L. (octubre-diciembre 2018) Evaluación hidráulica del riego con enrolladores en el cultivo de la caña de azúcar (*saccharum officinarum L.*). REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local. Vol.2 No.4, 12-14

Tarjuelo, J.M. (2005). El riego y sus tecnologías (3<sup>o</sup> ed.), Mundi-prensa.

Vázquez, V., M.; L. Minjares; E. Camacho; M. Hernandez, L. & J. Rodriguez, A. (2017). “Uso del análisis envolvente de datos(DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los módulos del distrito No.041, Rio yanqui (Sonora Mexico)”, 49: pp.22-24.

# NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores interesados en publicar en la Revista Científica Agroecosistemas deberán enviar sus contribuciones en español o inglés a la siguiente dirección electrónica: [agroecosistemas@ucf.edu.cu](mailto:agroecosistemas@ucf.edu.cu)

Los trabajos enviados para su publicación han de ser inéditos; no deben haber sido presentados simultáneamente en otra revista y no pueden contener plagio. Las contribuciones podrán escribirse en Microsoft Office Word u Open Office Writer, en formato carta, empleando letra Verdana a 10 puntos puntos e interlineado sencillo. Los márgenes superior e inferior serán a 2,5 cm y se dejará 2 cm para el derecho e izquierdo. Los tipos de contribuciones que aceptará la revista serán: artículos de investigación científico-tecnológica, artículos de reflexión, artículos de revisión y reseñas bibliográficas.

## Estructura de los manuscritos

El envío de los artículos deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Extensión entre 10 y 15 páginas.
- Título en español e inglés (20 palabras como máximo).
- Nombre (completo) y apellidos de cada uno de los autores, antecedido por el título académico o científico (se recomienda no incluir más de tres autores por artículo).
- Adscripción laboral, país y correo electrónico.
- Resumen en español y en inglés (no excederá las 250 palabras) y palabras clave (de tres a diez en español e inglés).
- Introducción, en la que se excluya el diseño metodológico de la investigación; Materiales y métodos; Resultados y discusión, para artículos de investigación científico tecnológica, el resto de las contribuciones tendrá en vez de estos dos apartados un Desarrollo; Conclusiones, nunca enumeradas; y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

## Requisitos formales

- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.
- Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.
- Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se enviarán en texto editable. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).
- Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Serán enviadas en formato .jpg. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).
- Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.
- Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

## Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: Apellido (año, p. Número de página), si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es). Si no se incluyen estos datos en el texto se utilizará la variante: (Apellido, año, p. Número de página). El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

## Nota:

El Consejo Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios que considere pertinentes para mejorar la calidad del artículo.

Revista publicada bajo una Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Sin Derivar 4.0 Internacional. Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862



**Síguenos en:**

<http://universosur.ucf.edu.cu/>

<http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>



Editorial: "Universo Sur".

Universidad de Cienfuegos.

Carretera a Rodas, Km 3 ½.

Cuatro Caminos. Cienfuegos. Cuba.

CP: 59430

© Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.