

Revista INNVENTIVA

CENTRO TECNOLÓGICO DE LA AMAZONIA

Tercera Edición Noviembre 2021

Florencia, Caquetá.

Temas

*Sustratos para la germinación
del Asaí (Euterpe oleracea)*

*Manejo de la Monilla
En los Cultivos de Cacao*

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



GRUPO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA.

Director Editorial:

Danny López Segura

Redacción y Edición:

Javier Leonardo Motta Giraldo

Comité Científico:

*Javier Leonardo Motta Giraldo
Frank Darío Rodríguez Trujillo
Dina Lorena Reyes Gómez
Alba Luz Méndez Rojas
Eduar Andrés Casanova Cardozo
Olga Marcela Soto Gutiérrez
Yiseth Alexandra Buitrago Salazar
Jhon Wilson Maldonado Homen*

Comité Editorial:

*Cesar Fernando Marles
Dixie Julieth Ibarra Rivera
Janeth Conta Calderón
Yhonneey Alexander Varela Cerquera
Javier Leonardo Motta Giraldo
Johann Oswaldo Rincón Sánchez
Sandra Milena Cedeño Artunduaga
Carlos Alberto Torres Sanza
Sandra Liliana Triviño Carvajal
Ivonne Gissela Quintero Obregón
Beatriz Almario Rojas*

Autores:

*María Angelica Losada Olarte
Dina Lorena Reyes Gómez*

 innventivacta2019@gmail.com

Dinamizador

SENNOVA:

Carlos Alberto Torres Sanza

Equipo Técnico:

*Javier Leonardo Motta Giraldo
María Angelica Losada Olarte
Franklin Polanco Arteaga
Olga Lucía Narváez Losada
Jhon Edwin Charry García
Leonilde Torres Montaña*

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

ISSN: 2711-1415

“ **Revista innovativa,
un proyecto de sennova para
el Centro Tecnológico
de la Amazonía.** ”

Edición y Fotografía:

*Cesar Mauricio Trujillo Ramirez
Pablo Andrés Meneses Mayoral
Oscar German Martínez Granados
Javier Leonardo Motta Giraldo*

Tabla de Contenido

<i>Artc. Evaluación de Ocho (8) sustratos para la germinación del asaí (Euterpe oleracea) en el Centro Tecnológico de la Amazonía</i>	3
<i>Resumen/ Abstract Artc</i>	4
<i>Introducción</i>	5
<i>Consideraciones de la Palma de Asaí</i>	6
<i>Materiales y Métodos</i>	7
<i>Manejo del Vivero</i>	9
<i>Preparación de las Semillas</i>	10
<i>Resultados y discusión</i>	11
<i>Conclusiones</i>	13
<i>Bibliografías</i>	14
<i>Artc. Análisis sobre el Manejo de la Monilia en los Cultivos de Cacao (Theobroma Cacao L.) en Colombia</i>	19
<i>Resumen/ Abstract Artc.</i>	20
<i>Introducción</i>	21
<i>Metodología</i>	23
<i>Resultados y Discusión</i>	24
<i>Aspectos Epidemiológicos</i>	26
<i>Conclusiones</i>	29
<i>Bibliografías</i>	30



Evaluación de Ocho (8) Sustratos
**Para la Germinación
de Asaí**
(Euterpe oleracea)
En el Centro Tecnológico de
la Amazonía

XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX

• Resumen •

El cultivo del Asaí es uno de los frutos más importantes en la región amazónica, destacado especialmente por su aporte nutricional y reconocido como una fuente natural de energía, pero para el departamento del Caquetá aún no es tratado con fines comerciales a gran escala, en general, se dice que no se ha logrado establecer el cultivo para ser competitivo económicamente y con prácticas agroecológicas en el país, es por eso que este estudio busca evaluar ocho sustratos elaborados con subproductos agrícolas y pecuarios en estado acelerado de compostaje y un sustrato comercial reconocido, buscando determinar cuál es más eficiente para la germinación de la semilla del asaí en la fase de vivero.

Se pretende también determinar el manejo adecuado que se le debe dar a la semilla, buscando aportar en el desarrollo del cultivo, logrando finalmente hacer del asaí un fruto comercial que contribuya en el desarrollo económico en el departamento del Caquetá. Después de ser establecido el sistema vivero los sustratos y la preparación de la semilla, al término de lo esperado por el tiempo para la germinación de la semilla, pasado los 90 días, el tratamiento que mayor porcentaje de germinación fue el de lombrihumus con mantillo en la proporción 3:1, por otro lado, en los tratamientos pregerminativos, el que mejor comportamiento presento fue las semillas sumergidas en agua hirviendo. Concluyendo que las propiedades del sustrato con mayor germinación, son las propicias para la semilla del asaí.

Palabras claves:

Semillero. Humedad relativa. Potencial hidrogeno. Lombrihumus. Bocashi.

• Abstract •

Evaluation of eight (8) substrates for the germination of the acai (*Euterpe oleracea*) in the Technological Center of the Amazon

The cultivation of Asai is one of the most important fruits in the Amazon region, especially noted for its nutritional contribution and recognized as a natural source of energy, but for the department of Caquetá is not yet treated for commercial purposes on a large scale, in general, It is said that it has not been possible to establish the cultivation to be economically competitive and with agro-ecological practices in the country, that is why this study seeks to evaluate eight substrates made with agricultural and livestock byproducts in an accelerated state of composting and a recognized commercial substrate, seeking to determine which is more efficient for the germination of the asian seed in the nursery phase.

It is also intended to determine the appropriate management that should be given to the seed, seeking to contribute to the development of the crop, finally making the asia a commercial fruit that contributes to economic development in the department of Caquetá. After being established the system nursery the substrates and the preparation of the seed, to the term of the expected thing for the germination of the seed, spent the 90 days, the treatment that major percentage of germination was that of lombrihumus with mulch in the proportion 3:1, on the other hand, in the pre-germinative treatments, the one that better behavior I present was the seeds submerged in boiling water. Concluding that the properties of the substrate with greater germination, are the propitious ones for the seed of the asaí.

Keywords:

Hotbed. RH. Hydrogen potential. Lombrihumus. Bocashi.

Autora:

Dina Lorena Reyes Gómez

• Introducción •

La Euterpe oleracea es una palma que se registra en la llanura de inundación del Amazonas y es muy valorada por su alto aporte nutricional (Peixoto et al., 2016); estudios sobre su composición nutricional revelan la presencia de aminoácidos, ácidos grasos, fibra dietética, vitamina A, vitamina C, hierro y calcio (Isaza et al., 2014). Esta palma se puede encontrar en su forma natural por debajo de los 2000 msnm, en los bosques de firmeza y ribereños, en áreas parcialmente inundadas (Paniagua-Zambrana, Bussmann y Macía, 2017). Es uno de los más importantes frutos en la región Amazónica, por otro lado, el asaí un cultivo silvestre neotropical perteneciente al género Euterpe, denominado (E. oleracea) (IPHAE, 2015).

El cultivo en la Colombia, no se ha establecido con uso comercial a gran escala, actualmente, se encuentra en plantaciones naturales ubicadas sobre la Amazonia Colombo brasileña. Si bien la extracción de frutos del asaí en Colombia está regulada mediante un mecanismo para el aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM) (Resolución 0727 del 19 de julio de 2010; Corpoamazonia, 2010), dicha resolución no tiene en cuenta las características de las especies. En cuanto a la investigación acerca del Asaí, en el país, la mayoría de los estudios se han relacionado con el enfoque de aprovechamiento de la pulpa ya que es un fruto que tiende a descomponerse rápidamente (Oliveira – Schwartz, 2018).

Este fruto se categoriza como uno de los diez (10) súper alimentos del planeta por su aporte nutricional y gran contenido en composición de antioxidantes y antiinflamatorios, lo cual lo constituye en una fuente importante de alimento nutricional. Entre los factores que garantizan una buena producción de plántulas es mantener un estado nutricional apropiado por medio de la fertilización, proporcionando niveles adecuados de humedad a través del riego y mantener la sanidad mediante el control de plagas y prevención de enfermedades (Tuzel y Oztekin 2017).

Un factor fundamental en la producción de plántula de calidad aceptable es el tipo de sustrato y las características propias del material que se utiliza con este propósito (García et al., 2011). Entre los tipos de sustrato se encuentran aquellos elaborados con materiales orgánicos de residuos de cosecha, lombricompostas, compostas, estiércol de ganado, entre otros, en diferentes proporciones (García et al., 2011). Estos materiales pueden ser de menor costo y de mayor disponibilidad para los productores de plántula en el ámbito local (Abid et al., 2018); por esta razón, la búsqueda de alternativas para utilizar diversos materiales orgánicos locales (Cruz-Crespo et al., 2013).

Por la poca investigación técnica para el establecimiento de cultivo del Asaí (Lorini, 2015), nace la necesidad de evaluar las propiedades que debería tener un sustrato para su germinación y posterior desarrollo de la palma, con el fin de lograr resultados que permita hacer de este fruto un cultivo comercial (Acevedo et al., 2020). Las malas prácticas en la cosecha tienen efectos negativos sobre las poblaciones, en especial cuando esta implica la muerte del individuo, lo que daña la semilla (Bernal et al., 2011). No obstante, debido al alto costo de los sustratos comerciales, además, de las múltiples opciones en el rango de abonos, se pretende disponer de un material producido localmente, con materia prima natural que se encuentren en el mismo sistema productivo, además, estable y de probada calidad e inocuidad. Esto además de ser un importante ahorro económico y evitar los problemas de diseminación de plagas y enfermedades que se pueda presentar en el cultivo (Paul, 2015).

Este estudio experimental se lleva a cabo con el fin de evaluar la germinación del Asaí en diferentes tipos de sustratos orgánicos, teniendo en cuenta las condiciones edafológicas y climatológicas del departamento del Caquetá, el cual aún no es un cultivo principal, y solo se reportan pocas de estas palmas nativas, y con esto tener argumentos sobre el proceso de germinación para poder divulgarlos a los diferentes productores que hoy en día ven esta especie de gran importancia económica, ambiental y social.

• Consideraciones de la Palma del Asaí •

León y Saldaña, (2011) en sus estudios característicos resaltan que palma constituyen un grupo de plantas de gran importancia para los habitantes de poblaciones rurales de la Amazonía, porque se benefician de sus múltiples usos. Entre los usos de este cultivo, se logra destacar también que los troncos y las hojas son usados para la construcción de viviendas, las fibras para elaborar artesanías, en estudios recientes se ha investigado para la medicina (Peixoto et al., 2016). Este fruto se caracteriza por ser una gran fuente de alimento, especialmente, por sus altos contenidos de carbohidratos y ácidos grasos, que, como resultado, son una alternativa para proporcionar energía a quien lo consume (Sánchez – Humerez, 2019).

Los frutos de *Euterpe* contienen diez veces más antioxidantes fenólicos que la uva, el agraz y otros frutos con niveles elevados de antocianinas y carotenos (Kang et al., 2012). Se encuentran bosques con un promedio de 243 palmas de asaí adultas por hectárea. Cada asaí adulto produce de 1 hasta 5 racimos; florece entre junio y agosto, y produce frutos entre enero y marzo (Aranguren et al., 2014). De forma natural el asaí se demora cerca de 40 años en iniciar la producción de frutos, cuando tiene más o menos 12 metros de altura, mientras que por fuera del bosque empieza a producir cuando tiene apenas 15 años (Isaza, C 2013).

En la búsqueda de mejorar la germinación del asaí, se han realizado trabajos donde se han aplicado tratamientos pregerminativos mediante hidratación (De Souza et al., 2018) y se demuestra que la rehidratación es favorable porque, a través de ella se logra un mayor porcentaje de germinación. De igual manera, León y Saldaña, (2011) investigaron el potencial germinativo de las semillas sometiénolas a tratamientos de hidratación, calentamiento y desgaste parcial, obteniendo diferencias significativas en el porcentaje de germinación respecto a los tratamientos (Castro 2015).



• Materiales y Métodos •

• Área de Estudio

El estudio se realizó en el vivero de las instalaciones del Centro Tecnológico de la Amazonia adscrito al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en el municipio de Florencia del departamento del Caquetá, el cual está ubicado en el kilómetro 3 Vía al Aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes, el cual presenta una altitud 242 msnm, en la zona de transición entre la Región Andina y Amazónica de Colombia, presenta una precipitación anual sobre 3840 mm, con una temperatura promedio en 25°C, incidencia de luz sol en 12 horas y con vientos con una velocidad de 4.9 km/hora (Carvajal – Trujillo, 2018).

• Descripción y composición de los sustratos.

Las funciones de un buen sustrato para la producción de plántulas son proveer y mantener niveles adecuados de humedad para la semilla y posteriormente para la plántula, suministrar los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, tener un buen intercambio gaseoso entre la atmósfera y el sustrato y actuar como soporte físico para la plántula (Rodríguez et al., 2010).

Para el desarrollo del proyecto investigativo se llevó a cabo la preparación de ocho (8) sustratos con materiales propios del sistema agrícola, como punto de partida, se determina que el testigo en comparación será el producto comercial denominado Turba, el cual será denominado e identificado con la sigla TRC. A continuación, se presentan los sustratos y la composición de los mismos (Tabla 1). El lombrihumus es un sustrato que se usa a partir del manejo de residuos orgánicos, con la ayuda de lombrices de tierra y microorganismos (Bha et al., 2015). Las excelentes propiedades físicas, químicas y biológicas convierten a las lombrihumus en excelentes fertilizantes orgánicos que se usan como sustratos para las plantas (McGinnis et al., 2009); dichas propiedades de las dependen de los residuos utilizados.

Tabla 1 *Tratamientos evaluados en la germinación del asai*

Composición	Proporción	Código	Turba comercial	Mantillo de bosque	Bocashi	Arena	Lombrihumus	Hojarasca
Turba comercial	1	TRC	2000 gr.					
Lombrihumus y mantillo	3:1	LM31		450 gr.			1.350gr.	
Lombrihumus y mantillo	2:2	LM22		800 gr.			800 gr.	
Bocashi y mantillo	3:1	BM31		400 gr.	1.200gr.			
Bocashi y mantillo	2:2	BM22		800 gr.	800 gr.			
Mantillo y arena en proporciones	3:1	MA31		1.200gr.		400 gr.		
Mantillo y arena en proporciones	2:2	MA22		1.050gr.		1.050gr.		
Hojarasca y arena	2:1	HCA				700gr.		700gr.

Nombre y proporción de mezcla de los ocho sustratos, con su composición.

La estabilidad de los lombrihumus se relaciona con la madurez del abono (Bazrafshan et al. 2016). Por lo que lombrihumus mejoran las propiedades físicas, químicas, biológicas y la estructura del suelo, lo que incrementa el rendimiento de los cultivos, y aumenta la disponibilidad de nutrientes, la población microbiana y los metabolitos (Santoya et al., 2018). Estudios de Ruíz-Bello et al. 2016, se obtuvieron mejoras en el suelo e incrementos en los rendimientos al aplicar lombrihumus en plántulas y campo. Otro sustrato es el bocashi, término en japonés que significa abono orgánico fermentado a partir de materiales de origen vegetal y animal que incorpora al suelo materia orgánica, macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B (Ramos-Agüero et al., 2014; Bertoli et al., 2015) además, contribuye positivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, proporciona materia orgánica que es una importante fuente de carbohidratos para los microorganismos favoreciendo el desarrollo normal de las cadenas tróficas del suelo, también favorece la formación de agregados en el suelo (Paul, 2015). La fermentación se realizó por dos semanas, en la primera semana se mezcló dos veces al día, y en la segunda se realizó la mezcla cada dos días, según referencias de otros estudios (Ramos y Terry 2014). El bocashi es un abono que aporta macro y micronutrientes al suelo y a la planta, y su efecto varía en función de la naturaleza de los materiales a partir de los cuales se produce (Ramos y Terry, 2014).

En la producción de plántulas se utilizan comúnmente sustratos comerciales debido a sus características fisicoquímicas; no obstante, la disponibilidad de las turbas en la actualidad cada vez es menor debido a que es un recurso natural no renovable (Tuzel et al., 2014, Tuzel y Oztekin, 2017), son de importación y con precios que se incrementan constantemente (Brito et al., 2015). Como alternativa a los sustratos comerciales existen diversos tipos de materiales orgánicos que se pueden utilizar para este fin y promover el crecimiento de las plántulas (González et al., 2014); para ello, es esencial que sean un medio de cultivo apropiado y que proporcionen los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de éstas (Abid et al., 2018).

Finalmente, se realizó el embolsado de sustratos, por cada tratamiento se llenaron cincuenta (50) bolsas más el 10% por cada uno. Para sembrar cuatrocientas cuarenta (440) semillas de Asaí. Se realizó el registro del peso de cada sustrato según su proporción de peso por bolsa, la cual tiene unas medidas de 18cm x 24.5cm, con 6 agujeros de cada lado que llegan a la altura de 10,5cm de la bolsa y el peso total de cada sustrato.



• Manejo del Vivero •

• *Manejo del Vivero*

Después de seleccionada el área donde se va a establecer el estudio es de sobre 10x11, 50m², se realiza las actividades de limpieza y manejo de arvenses, la organización de la polisombra, posterior, se establecen cinco (5) camas germinadoras con dimensiones de 80cm x 3,70 m² en el cual se sembrarán de forma directa la semilla, finalmente, se trazan los drenajes requeridos por las condiciones del área. El espacio destinado para las actividades de elaboración de abonos, área de embolsado de las 450 bolsas y de más requeridas por el proyecto será al lado de las camas germinadoras, esto con el fin de evitar la perturbación del ambiente en zonas diferentes.

Para la recolección de las materias primas como el área, material orgánico, hojarasca, se tomaron del área en estudio, por el lado de estiércoles, estos fueron aprovechados y obtenidos de la finca “Ceilan” un predio adscrito también a la entidad ubicado en el km 10 vía Florencia -Morelia, Caquetá. En el área determinada para el estudio se establece una biofabrica con camas para lombrihumus con un área de 7mts x 5,50mts.

• *Varietades dependiente y registro de datos.*

Para evaluar el sustrato recomendado para la germinación del Asaí, se tienen en cuenta los indicadores, fisicoquímicos del sustrato como el Potencial Hídrico (pH), el porcentaje de Humedad Relativa (%HR), días a emergencia (dds) en 30 - 60 - 90, y el porcentaje de germinación, y aquellas variables fenotípicas de las plantas (FAN, 2015). Para calcular el porcentaje de germinación y la tasa de germinación para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$PG = ((NSG * 100) / NSS)$$

Dónde:

- PG: porcentaje de germinación
- NSS: Numero de semillas sembradas
- NSG: Numero de semillas que germinaron



• Preparación de las Semillas •

Se realizó la recolección manual de la semilla en dos puntos específicos, como fue la extracción directamente del racimo bajado de la palma, recolección de semillas caídas alrededor de la palma en el suelo se encontraban, obteniendo un total de 3000 semillas. Goitia (2003) menciona que, las semillas deben ser recolectadas en aquellos lugares donde existen bosques puros de árboles o rodales semilleros. Se conservaron en un lugar fresco con buena ventilación, protegidas de la lluvia con el fin de evitar germinación, maduración, moho y hongos, mientras se realizaba el proceso de siembra, al ponerse en contacto con la tierra húmeda los tegumentos de la semilla, se inicia una intensa absorción de agua; luego penetra por el tejido esponjoso del hilio y se difunde por toda la superficie del embrión, almacenándose en el tejido interno de la testa, que es ávida de agua (López, 2016).

Tabla 2

Tratamientos pre-germinativos

Tratamiento pre-germinativo	Decodificación	Nº Semilla
Agua de coco	AC	80
Agua aloe vera	AV	80
Agua temperatura ambiente	ATA	80
Agua a alta temperatura	AAT	80
Semilla lijada	SL	80
Sin tratamiento	ST	40

Para el proceso de pre-germinación se usaron dos enraizadores naturales (Tabla 2), el primero fue el Aloe Vera, que se caracteriza por aportar vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, vitamina E, vitamina C, niacina y ácido fólico, además calcio, magnesio, potasio, manganeso entre otros. El segundo enraizador natural fue el agua de coco que entre sus nutrientes cuenta con potasio, antioxidantes, citoquininas L-arginina, ácido ascórbico, magnesio. Que promueven el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas. El agua de coco, contiene citoquinina que es una fitohormona que entre otras funciones promueve la ruptura de la dormancia y la germinación de semillas al estimular la elongación de las células de los cotiledones en respuesta a la luz (Ovalles et al, 2002), quien además señala, que el agua de coco es rica en nutrientes y su composición específica depende de la madurez del fruto, a menor madurez mayor concentración de nutrientes, contiene citoquinina, fitohormona que entre otras funciones promueve la ruptura de la dormancia y la germinación de semillas al estimular la elongación de las células de los cotiledones en respuesta a la luz (Torres y Mogollón, 2000). Para dejar las semillas en remojo se utilizó 500ml. de agua de coco x 1200ml de agua natural, 5 pencas de aloe vera a las cuales se cortaron el día anterior y se dejaron en agua con el fin de eliminar el yodo se extrajo solamente los cristales y se puso en un recipiente con agua natural por el promedio de una hora con el fin de que destilara sus propiedades y posteriormente se pusieron las semillas dentro de ellas.

• *Diseño experimental y siembra.*

La siembra se realiza por unidad en bolsa con su respectivo sustrato. El hoyo de profundidad en el sustrato para la siembra de la semilla de asaí, es del doble del tamaño de la semilla. Se realizó un diseño de siembra se dividieron en ocho (8) lotes cada sustrato teniendo en cuenta que la semilla se dejó en agua y dos enraizadores naturales, debido a que algunas semillas se encontraban en un estado avanzado de maduración con unas características físicas específicas como son los tricomas, por las condiciones en las que se encontraban ya que estas fueron recolectadas del suelo.

• Resultados y discusión •

La gran mayoría de las semillas germinan en los primeros 30-60 días, aunque el porcentaje de germinación es alto en condiciones de laboratorio, alcanzando el 90 % (Castaño & Cárdenas, 2007), en la naturaleza puede alcanzar el 50-60 % (Velarde & Moraes, 2008). La viabilidad se ve fuertemente afectada en condiciones bajas de humedad, teniendo una baja tasa de sobrevivencia durante las primeras etapas de crecimiento.

Por lo que compete a los resultados obtenidos en el proyecto investigativo en cuanto a la velocidad y porcentaje, se determinó que sobre los 80 días después de siembra, inicia el proceso de germinación en los tratamientos, lo que demostró que los sustratos o la calidad de la semilla, bajo las condiciones establecidas de temperatura, pH y humedad relativa, si ocurrieron en las requeridas en el ámbito metabólico para una germinación en campo. En cuanto a los parámetros físicos de los sustratos, si se determinó una variación a lo largo de los 90 días después de siembra (Tabla 3). Según (Arboleda et al., 2006), el proceso de germinación espontánea empieza poco después de que las semillas caen, ya que no presentan mecanismos de dormancia duradera.

Tabla 3

Valores fisicoquímicos de los sustratos

SUSTRATOS	%HR (siembra)	%HR (30dds)	%HR (60dds)	%HR (90dds)	pH (siembra)	pH (60dds)	pH (30dds)	pH (90dds)
TCR	31	25	36	45	7	7	7,7	7,9
LM31	80	98	60	67	6,5	8	9,1	6,9
LM22	76	85	50	69	6,3	7	8,5	7
BM31	40	36	40	55	5,9	7	7	6,3
BM22	45	95	30	60	7	7	8	9
MA31	20	60	40	70	8	7	7,5	6,3
MA22	21	25	70	90	8	7	7,5	6
HCA	15	18	80	45	7,8	7	6,5	7

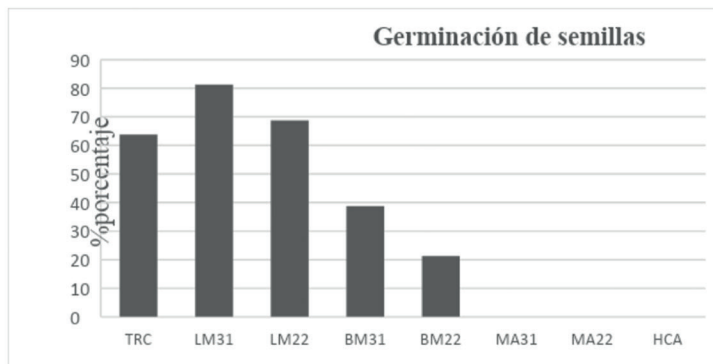
Nota. Las siglas corresponden a la codificación del nombre de los sustratos. Comparación de datos recolectados de HR y pH, de tres (3) muestreos.

Según INFOAGRO/IICA/GTZ (2002) indican que, el cultivo de palmito de asaí requiere de una zona caliente, con una temperatura promedio anual entre 24°C y 28°C, una intensidad de luz con menos horas al año y una precipitación anual de 2.000 mm. a 5.000 mm., con períodos secos no mayores a 3 meses. Acuña (2005) citado por Acuña (s.f.) indican que, cuando el medio no es favorable para el crecimiento vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o por una temperatura inadecuada, lo que puede describir ante el bajo porcentaje de germinación por parte de los sustratos.

Ante los valores determinados en la germinación de las semillas y los valores fisicoquímicos de los sustratos, se puede determinar que el sustrato lombrihumus y mantillo en proporción (3:1) presentaba mejores condiciones para la germinación de la semilla (Grafica 1), pudo ser determinante ante la apertura de la semilla (Roque-Marca et al., 2016). Las variaciones de los factores fisicoquímicos de los sustratos se deben a la maduración de los mismos, logrando así mejorar niveles de pH y humedad relativa, posiblemente indicando que las condiciones y propiedades del sustrato se encontraban positivamente para la germinación de la semilla.

Gráfica 1

Porcentaje de germinación
de la semilla en los sustratos



Resultados obtenidos en los ocho (8) sustratos en estudio.

La germinación de las semillas tarda 4 meses, después de que caen del racimo, pero casi todas las plántulas que nacen en el bosque mueren antes de su primer año de vida (Guerrero et al., 2015). El Asaí tiene un tiempo más prolongado para su germinación dura normalmente entre 40 a 60 días, la semilla de Majo (*Oenocarpus bataua* M.) la germinación se produce entre 45 y 120 días en condición natural. (Rocha, 2010). Se ha demostrado que la germinación de las semillas de asaí es lenta y desigual, lo que suele dar lugar a que se produzca baja cantidad de plántulas. Su propagación se realiza a partir de semillas con una gran variación en el proceso de germinación que, además está influenciada por varios factores como la temperatura, la luz y la humedad (Xavier et al., 2018).

En cuanto a los procesos de pre-germinación, De Souza et al., (2018) mostraron resultados de porcentaje de germinación por remojo durante 72 h de 61,7 %, valor menor al obtenido en la presente investigación, el cual es similar al de las semillas tratadas por remojo durante 24 h en agua a temperatura ambiente. Lo anterior corrobora que el potencial germinativo de las semillas no depende exclusivamente de los tratamientos aplicados, sino de la procedencia y calidad de las mismas.

Tabla 4

Valores fisicoquímicos de los sustratos

TRATAMIENTO	AC	AV	ATA	AAT	SL	ST
TRC	8	12	5	21	5	0
LM31	10	15	7	23	8	2
LM22	12	14	2	15	9	3
BM31	1	10	12	1	3	4
BM22	8	2	2	2	3	0
MA31	0	0	0	0	0	0
MA22	0	0	0	0	0	0
HCA	0	0	0	0	0	0

Nota: Las siglas pertenecen a la decodificación dada a los sustratos y a los tratamientos pregerminativos previamente, la numeración hace referencia al número de semillas germinadas.

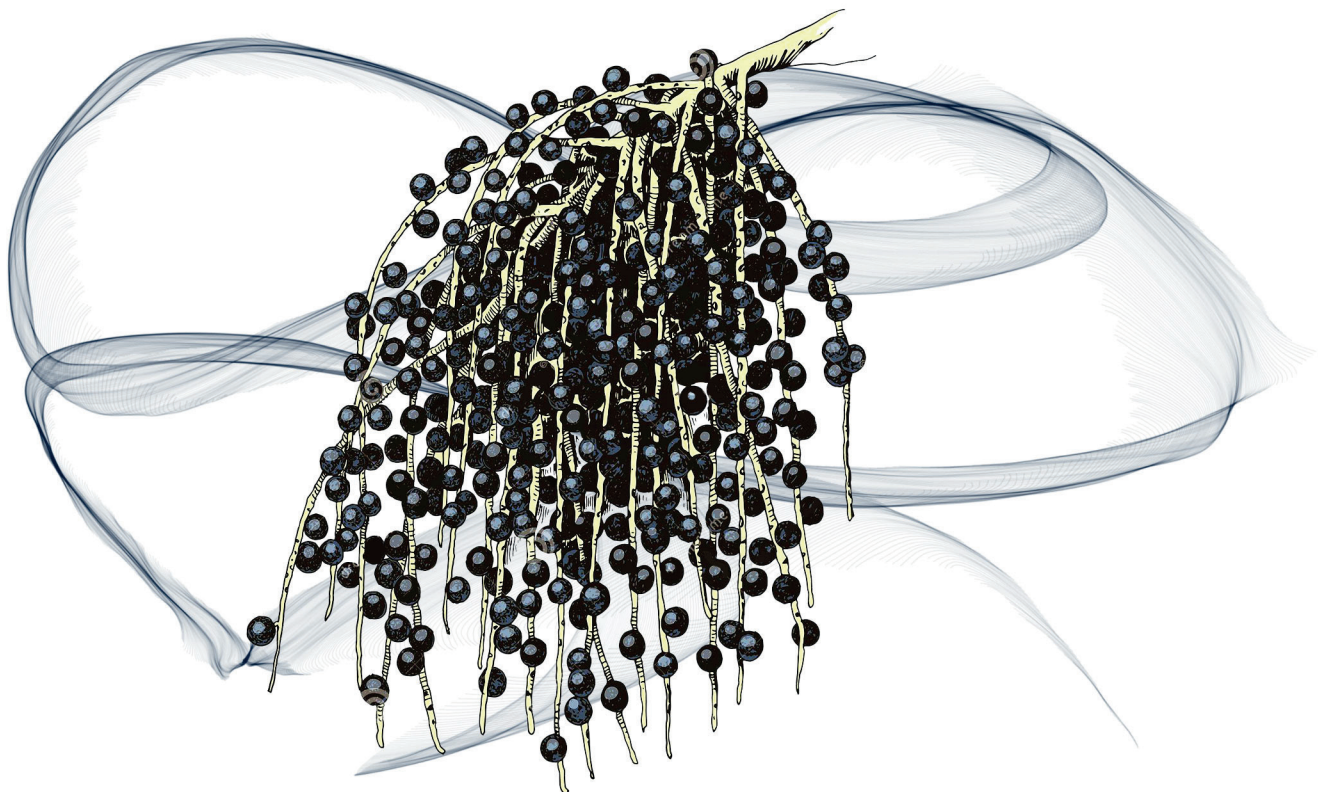
En su investigación, Xavier et al., (2018) mostraron que la temperatura es fundamental para la germinación, concluyendo que, a mayor temperatura se obtienen menores porcentajes de germinación. El efecto negativo del tratamiento con agua también fue reportado por Flores-Córdova et al., (2016), quienes utilizaron en su investigación semillas de especies forrajeras y de malezas y obtuvieron que el tratamiento de inmersión en agua puede producir daños en el embrión, ya que puede ser agresivo lo que provocó la no germinación.

• Conclusiones •

Se logra determinar que los sustratos presentan en la composición evaluada unas propiedades físicas y químicas ideales para la germinación, ante la respuesta negativa por parte de las semillas es válido reforzar el control en la calidad de las mismas, pudiendo ser este otro factor ante la imposibilidad de germinar. Se recomienda también la apertura de luz solar en las áreas de germinación de la semilla. El cuidado de la humedad en este tipo de tratamientos pre-germinativos es importante para que inicie el proceso de germinación y evitar el desarrollo de hongos o el secamiento de la semilla.

Es importante para la semilla la absorción de agua, por imbibición que causa hinchamiento de la semilla con una eventual ruptura de la testa e inicio del proceso de germinación. El poder germinativo en las semillas de la especie *Euterpe oleracea*, presentan una sensibilidad a bajas temperaturas (debajo de los 15°C) y al secamiento de las mismas, que, al reducir su contenido de humedad, no pueden ser conservadas por los procesos convencionales de almacenamiento, pues, presentan comportamiento recalcitrante. Jiménez (2014), establece la temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación.

Para muchas especies la luz es un factor que influye directamente sobre la germinación, acelerándola o inhibiéndola; en cambio para otras no tiene ningún efecto directo. Su acción puede estimular la germinación de las semillas, la sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo a la especie. Algunas semillas se estimulan positivamente por la luz y otras negativamente.



• Referencias bibliográficas •

- Abid W., S. Magdich, I. B. Mahmoud, K. Medhioub and E. Ammar (2018) Date palm wastes co-composted product: an efficient substrate for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling production. *Waste and Biomass Valorization* 9:45-55,
- Acevedo-Alcalá, P., Cruz-Hernández, J., & Taboada-Gaytán, O. R. (2020). Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 35-35.
- Acuña, M. P. s.f. Centro de semillas de árboles forestales. Facultad de Ciencias Forestales (en línea). Chile. Agosto 2005. Disponible en E - Mail: moacuna. @Uchile.cl
- Aranguren, C. I., Galeano, G., & Bernal, R. (2014). Manejo actual del asaí (*Euterpe precatoria*-mart.) para la producción de frutos en el sur de la amazonia colombiana. *Colombia forestal*, 17(1), 77-99.
- Arboleda, N., Cárdenas, D., Otavo, E. (Ed.). (2006). Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonia, Corpoamazonia -Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Editorial.
- Bazrafshan E, Zarei A, Kord Mostafapour F, Poormollae N, Mahmoodi S, Zazouli MA (2016) Maturity and stability evaluation of composted municipal solid wastes. *Health Scope* 5: e33202.
- Bertoli, H.M.P., Terry, A.E., Ramos, A.D. 2015. Producción y uso del abono orgánico tipo bo-cashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos. Editado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba.
- Bernal, R., Torres, M.C, García, N., Isaza, C., Navarro, J., Vallejo, M.I., Galeano, G., & Balslev H. (2011). Palm management in South America. *Botanical Review*, 77, 607-646.
- Brito L. M., M. Reis, I. Mourão and J. Coutinho (2015) Use of acacia waste compost as an alternative component for horticultural substrates. *Communications in Soil Science*
- Bhat SA, Singh J, Vig AP (2015) Potential utilization of bagasse as feed material for earthworm *Eisenia fétida* and production of vermicompost. *Springerplus* 4: 11.
- Castaño, N. & Cárdenas, D & Otavo E. (Eds.) 2007. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI", Corpoamazonia.
- Castro, S. Y. (2015). Asaí (*Euterpe precatoria*): Cadena de valor en el sur de la región amazónica. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia -Corpoamazonia- (2010). Resolución 0727 del 19 de julio de 2010. Estatuto de Flora Silvestre - Aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM).

David-Santoya, Jesse Joel Edson, Gómez-Álvarez, Regino, Jarquín-Sánchez, Aarón, & Villanueva-López, Gilberto. (2018). Caracterización de vermicompostas y su efecto en la germinación y crecimiento de *Capsicum chinense* Jacquin. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(14), 181-190.

FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza). 2015. Manual de buenas prácticas de cosecha de frutos de asaí. Conservando las palmeras y cuidando la seguridad física de los cosechadores. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Flores Córdova, M.A., Sánchez Chávez, E., Balandrán Valladares, M.I. Y Márquez Quiroz, C., 2016. Efectividad de tratamientos pre-germinativos en la ruptura de la dormancia en las semillas forrajeras y de malezas. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, vol. 3, no. 9, pp. 427-432. ISSN: 2007-9028. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000300427.

Flores Romayna, M. A., Ortega Chávez, W., & Ortega Mallqui, A. (2020). Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa-Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(1), 88-103.

García M. C., O. R. Taboada G., H. López S., P. A. López, G. Mora A. y B. Tlapal B. (2011) Calidad de plántulas de chile 'poblano' en la Sierra Nevada de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34:115-121.

Gil, C. H., Carvajal, D. J. A., & Trujillo, A. V. (2018). Estudio de clima organizacional en una pyme de telecomunicaciones de Florencia, Caquetá, Colombia: aproximación al modelo Litwin y Stringer. *Revista Criterios*, 25(1), 39-59.

González R., G. González, I. Acevedo, M. E. González y J. Contreras (2014) Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annum* L.) con sustrato a base de cachaza compostada. *Revista de la Facultad de Agronomía (Luz) Supl.* 1:182-190.

GOITIA, L. A. 2003. Dasonomía y Silvicultura. La Paz, Bolivia. (300 p). En prensa.

Guerrero García, H., Ruiz, M., Cristina, A., Cárdenas Agreda, J. C., Cuarán, H., Cuarán, A., & Chicunque, S. P. (2015). Informe final de ejecución del proyecto de fortalecimiento de la actividad artesanal en el departamento del Putumayo.

Isaza, C., Núñez, L. A., Galeano, G., Bernal, R., Nacimiento, A., Da Silva, R., & Piñeros, A. (2013). Cartilla para la cosecha y el manejo de palmas productoras de frutos (asaí, canangucho y milpesos). Colciencias.

Isaza Aranguren, C., Galeano Garcés, G. Y Bernal González, R., 2014. Manejo actual del Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) Para la producción de frutos en el sur de la amazonia colombiana. *Colombia Forestal*, vol. 17, no. 1, pp. 77- 99.

Infoagro/Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura/Gtz. 2002. Unidad de Desarrollo Rural Sostenible Proyecto INFOAGRO. (en línea). Bolivia. Edit IICA/GTZ. Junio 2005. Disponible en administrador@infoagro.gov.bo.

Peixoto, H., Roxo, M., Krstin, S., Wang, X. Y Wink, M., 2016. Anthocyanin-rich extract of Acai (*Euterpe precatoria* Mart.) mediates neuroprotective activities in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Functional Foods*, vol. 26, pp. 385-393.

Poma Sánchez, C.J., & Lino Humerez, P. M. (2019). Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Planta Piloto de Liofilización de Asai en el Norte Amazónico (Doctoral dissertation).
Ramos D, Terry E (2014) Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales* 35: 52-59.

Ramos-Agüero, D., Terry-Alfonso, E., Soto-Carreño, F., CabreraRodríguez, J.A. 2014. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del toro, Panamá. *Cultivos Tropicales, Revista del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba*; 35(2): 90-97.

Roque-Marcía N, A Poma & DM Larrea-Alcázar. 2016. Evaluación del potencial productivo de asaí nativo (*Euterpe precatoria*) en cinco comunidades de la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, Pando (Bolivia). *Asociación Boliviana para la Investigación y Conservación de Ecosistemas Andino-Amazónicos (ACEAA)*, La Paz, Bolivia.

Rodríguez M. R., E. G. Alcantar G., G. Iñiguez C., F. Zamora N., P. M. García L., M. A. Ruiz L. y E. Salcedo P. (2010) Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero. *Interciencia* 35:515-520.

Rocha, B. (2010) Efecto de la escarificación natural con agua a diferentes temperaturas y tiempos de inmersión, en la germinación de semillas de *Oenocarpus bataua* Mart. "Ungurahui", en Pucallpa. Tesis de grado de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de ciencias Agropecuarias. Pucallpa – Perú. (En línea) <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/efecto-escarificacion-natural-agua-diferentestemperaturas>. 21 - 26, 70 pdf.

Ruiz, J. C. (2016). Germinación de semillas de quina, *Cinchona pubescens* Vahl. con ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco. *Revista Científica Pakamuros*, 4(1), 13-13.

Ruiz-Bello R, Nava-Tablada ME, Landeros-Sánchez C, Días-Padilla G (2016) Potencial productivo y limitantes para el cultivo de Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable* 1: 1-11.

Souza, P.A. De, Ferreira Dos Santos, A., Santos Gonçalves, D. Y Venturin, N., 2018. Efeito da reidratação na germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista de Ciências Agroveterinarias*, vol. 17, no. 2, pp. 286- 291. ISSN: 2238-1171.

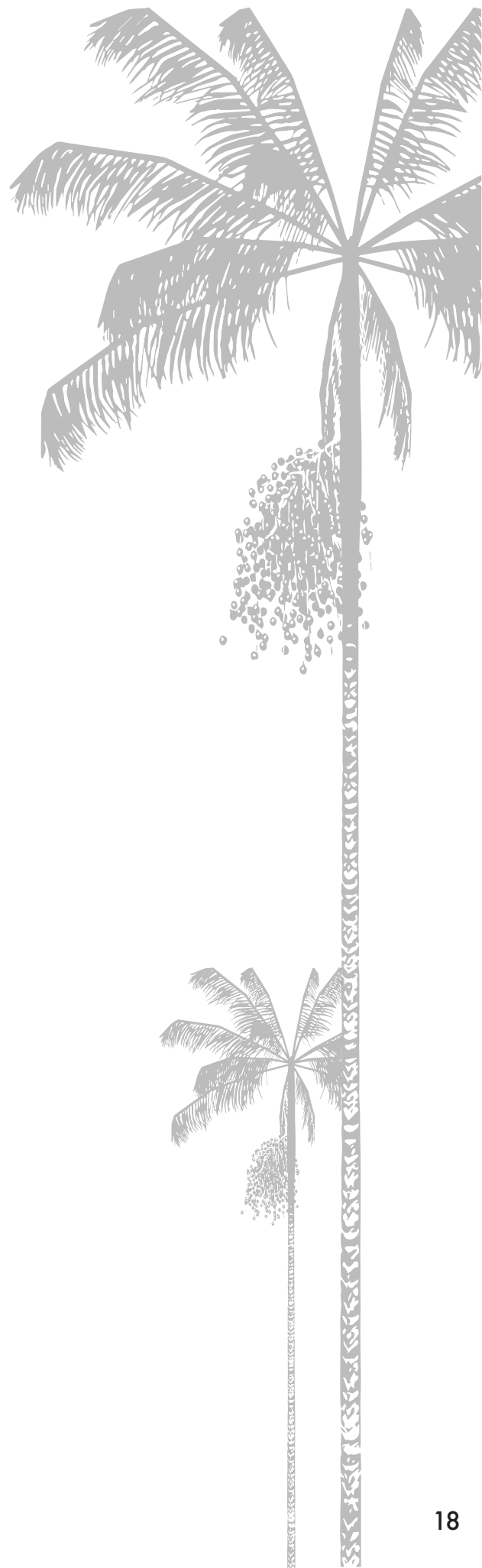
Torres J. y Mogollón, N. 2000. Micropropagación de *Lankesteriana*. 7(1- 2), marzo 2007. © Universidad de Costa Rica, 2007. *Cattleya mossiae* Parker ex Hook mediante brotación axilar inducida por tidiázurón. *Bioagro* 12(1): 10-14.

Tuzel Y., G. B. Oztekin and E. Tan (2014) Use of different growing media and nutrition in organic seedling production. *Acta Horticulturae* 1107:165-175, <https://doi.org/10.17660/Acta-Hortic.2015.1107.22>

Tuzel Y. and G. B. Oztekin (2017) Organic seedling production. Acta plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Ra Ximhai 6:365-372.

Velarde M.J. & M. Moraes. 2008. Densidad de individuos adultos y producción de frutos del asaí (*Euterpe precatoria*, Arecaceae) en Riberalta, Bolivia. Ecología en Bolivia Vol. 43(2): 99-110.

Xavier Costa, C.R., Lopes Pivetta, K.F., Batista De Souza, G.R., Mazzini Guedes, R.B., Sajovic Pereira, S.T. Y Romano Nogueira, M., 2018. Effects of Temperature, Light and Seed Moisture Content on Germination of *Euterpe precatoria* Palm. American Journal of Plant Sciences, vol. 9, pp. 98-106. ISSN: 2158-2750. Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=81843>





Análisis sobre el Manejo de
**La Monilia en los
Cultivos de Cacao**
(*Theobroma cacao* L.)
en Colombia

XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX

Resumen

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) ocupa un renglón importante para el desarrollo agrícola de Colombia, ante lo que todo lo relacionado con las principales patologías que pueden afectarlo se focalizan en términos investigativos. La moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) es considerada la principal enfermedad que afecta al cultivo del cacao en Colombia, por lo que presente revisión tuvo el propósito de identificar las principales estrategias de manejo de la patología en los cultivos de cacao en el país. Para la realización de esta revisión fueron implementadas búsquedas específicas de artículos de investigación en diferentes idiomas en las principales bases de datos académicas Science Direct, Springer Link y Scopus. Como resultado fue verificado el uso de defensivos agrícolas en el control de monilia y sus implicaciones directas en el costo de producción. De igual manera, fueron analizados otros tipos de control, por ejemplo, el genético y cultural y los métodos alternativos entre los que se destacan el uso de aceites esenciales y otros compuestos.

Palabras claves:

Moniliophthora roreri, producción, control, revisión sistemática.

Abstract

Analysis on the management of La Monilla in Cacao Crops (*Theobroma cacao* L.) in Colombia.

The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) occupies an important line for agricultural development of Colombia, given that everything related to the main pathologies that can affect it is They focus on investigative terms. Moniliasis, caused by *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) is considered the main disease that affects cocoa cultivation in Colombia, so it presents The review had the purpose of identifying the main strategies for the management of the pathology in crops of cocoa in the country. To carry out this review, specific searches for research articles in different languages in the main academic Science databases Direct, Springer Link and Scopus. As a result, the use of agricultural pesticides was verified in the control of monilia and its direct implications in the cost of production. Similarly, other types of control, for example, genetic and cultural and alternative methods among which stand out the use of essential oils and other compounds.

Keywords:

Moniliophthora roreri, production, control, systematic review.

Autora:

Maria Angelica Losada Olarte

✿ Introducción ✿

• *Generalidades del cultivo del cacao.*

El cacao (*T. cacao* L.) es nativo de regiones tropicales húmedas de América del Sur en la Amazonía y el Orinoco (Rojas y Sacristán 2013). Las plantas de cacao de genotipos precoces cultivadas a partir de semillas, producen sus primeras flores dos años después de la germinación (Mossu 1990). Las vainas generalmente requieren de cuatro a siete meses para tonarse maduras y el número por árbol es altamente variable, oscilando entre cero y 200 (Wibaux et al. 2017). El porcentaje de vainas para la floración varía entre 0.5 a 5%, y la polinización natural es llevada a cabo por insectos (Adjaloo y Oduro 2013, Glendinning 1972), siendo el ciclo productivo de un árbol de aproximadamente 40 años. La producción de frutos comienza entre los 2 a 4 años, aumentando su rendimiento anualmente hasta los 10 años, momento en que se estabiliza hasta el declive de su curva de producción. Su rendimiento por hectárea depende directamente del modelo de plantación utilizado (De Almeida y Valle 2010).

En términos socio-económicos, el cultivo de cacao tiene larga tradición en Colombia donde el producto procesado es ampliamente consumido como bebida diaria; por tal motivo, este sector agrícola se ha convertido en prioridad para el gobierno, como uno de los cultivos promovidos dentro de los programas de desarrollo que buscan favorecer la paz en regiones de pos-conflicto y substituirlo por cultivos anteriormente usados para fines ilícitos (ICA 2013).

• *La Producción del cacao*

El mercado de cacao (*Theobroma cacao* L.) ha sido dinámico y creciente en los últimos años, ubicándose su producción mundial en 4.192 millones de toneladas (t) aproximadamente entre 2015 y 2016 (FAO 2018). De este total, 72% fue producido en África, 10% en Asia y Oceanía y el 18% restante proviene de América Latina, países en los cuales se produce en promedio 744.000 t. Para Colombia, la producción estimada de Cacao en 2016 fue de 56.163t en 165.844ha cultivadas (FAO 2018). El departamento con mayor producción a nivel nacional fue Santander, con un aporte aproximado cercano al 32% del total nacional (DANE 2016).

En relación al departamento del Caquetá, el área de producción estimada es de 1.600 ha (Secretaría de Agricultura Departamental del Caquetá 2017; DANE 2016; Agronet, 2014), registrando 950t aproximadamente. Los municipios con mayor producción son El Doncello, Paujil, Puerto Rico, Florencia, Cartagena del Chairá y San Vicente del Caguán (MADR 2017). Sin embargo, los principales factores que inciden negativamente en la producción y calidad del producto final están relacionados con problemas fitosanitarios, especialmente de origen fúngicos, pudiendo ocasionar pérdidas de hasta el 30% en la producción (Kebbar 2007). Entre las enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de cacao en Colombia se destacan: La moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) antes conocida como *Crinipellis perniciosa* (Phillips-mora, 2003)

• ***Monilia (Moniliophthora roreri (Cif & Par)***
› ***Aspectos generales de la enfermedad y pérdidas en la producción***

En los países latinoamericanos en los que se identifica la presencia de *M. roreri* (Fig1), la enfermedad es conocida como Moniliasis, Monilia, Mancha Helada, Nieve, Pasto, Paludismo y Pringe (Evan 1986; Griffith et al. 2003). La diseminación de la enfermedad fue relativamente bien documentada desde inicio del siglo XX, cuando el hongo causó el primer brote infeccioso en Ecuador, el mayor productor mundial de cacao en la época (Roger 1918). El brote en ese país fue ampliamente considerado como el primer registro de monilia, y probablemente habría sido el lugar de origen de la enfermedad. No obstante, Phillips-Mora (2003) y Aime y Phillips-Mora (2005) indicaron que la monilia apareció primero en Colombia, en el departamento de Norte de Santander en 1817 y posteriormente en el departamento de Antioquia en 1851.

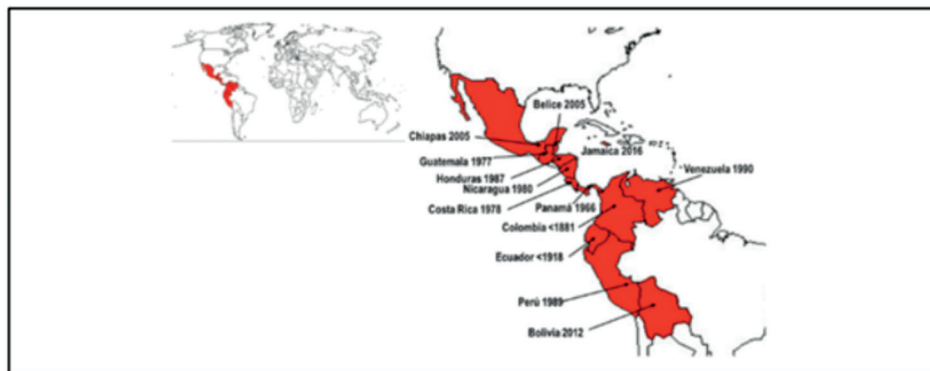


Fig1. Distribución mundial de moniliasis del cacao provocada por *M. roreri*.
Fuente: Pérez (2018).

La aplicación de herramientas moleculares ha permitido avances en la comprensión filogenética de diversos hongos (principales agentes causales de las enfermedades que afectan al cacao). Evidencia molecular incluyendo análisis de AFLP, perfiles ISSR y secuencias ITS (Phillips-Mora 2007), indican que la gran diversidad genética de *M. roreri* es encontrada en la región nororiental-central de Colombia. Estos estudios también suministran evidencia que Colombia, además de Ecuador, probablemente sería centro de origen de la enfermedad.

Metodología

Se realizó la búsqueda sistemática de literatura en las bases de datos más empleadas por la comunidad académica, Science Direct, Springer Link y Scopus, y exploraron los artículos con base en la siguiente ruta general: [(“Theobroma cacao”; “cocoa”; “cacao”)]; [(“Moniliophthora roreri”; “monilia”; “moniliasis”) y ; [(“control”, “métodos de control”, “manejo”)]. La búsqueda se realizó en idioma español, inglés y portugués sin la utilización de filtro para fecha de publicación.

Fueron incluidos artículos originales de investigación, así como artículos de revisión en los cuales se registraban tópicos claves para el cumplimiento del objetivo del presente trabajo, de esta manera, fueron tenidos en cuenta documentos que reportaran generalidades del cultivo del cacao, datos precisos de producción mundial, nacional y local, fuentes de pérdidas de producción destacando el impacto negativo de las enfermedades. En el caso específico del patógeno fueron considerados aquellos documentos en los que se reporta el mecanismo de acción del patógeno, los síntomas de la enfermedad en el hospedero, aspectos epidemiológicos y de desarrollo de la enfermedad, y finalmente los métodos de control, dando énfasis, a los más utilizados en el campo.



✿ Resultados y Discusión ✿

Los efectos devastadores de la monilia en cultivos de cacao fueron bien documentados en diferentes países, incluyendo Colombia en 1817 (Anonymous 1832), Ecuador en 1918 (Roger 1981), Costa Rica en 1978 (Enriquez et al. 1982) y México en 2005 (Phillips-Mora et al., 2006). Las pérdidas actuales son altamente variables oscilando entre 10 a 100% dependiendo de factores como tiempo en que la enfermedad ha estado presente en el área, edad de la plantación y técnicas de manejo del cultivo y de la enfermedad, presencia de plantaciones vecinas afectadas y condiciones climáticas. La mayoría de informes y boletines reportan pérdidas aproximadas de 30%, pero las pérdidas reales podrían superar el 90% bajo condiciones favorables. En algunas áreas de Colombia, como San Vicente del Caguán (Caquetá) y en diferentes municipios del departamento del Chocó, la enfermedad ha causado pérdidas superiores a 80% (Barros 1981), llevando al abandono de las plantaciones y consecuentemente a la pérdida de fuente de ingresos de familias campesinas.

• ***Etiología***

El agente causal de la enfermedad fue descrito inicialmente como *Monilia roreri* Ciferri (apud Ciferri y Parodi 1933); posteriormente, la especie fue redescrita y un nuevo género, *Moniliophthora*, fue propuesto debido a la presencia de septos de tipo diloporo (Drenth y Guest 2016). Actualmente el nombre de la especie es universalmente conocido como *Moniliophthora roreri*. El hongo produce hifas hialinas septadas y presenta conidios hialinos formados en cadena, que varían de esféricos a elípticos (Sanz, 2007).

• ***Mecanismo de infección de *M. roreri* y síntomas en el hospedero.***

En condiciones de campo la enfermedad solo ha sido encontrada sobre frutos. Entre tanto, en condiciones experimentales, después de realizar inoculaciones artificiales con *M. roreri*, algunas infecciones han sido observadas en plántulas y lanzamientos foliares. La penetración e infección pueden ocurrir en cualquier fase de desarrollo del fruto, sin embargo, estos son más susceptibles durante los tres primeros meses de edad (Fig2).

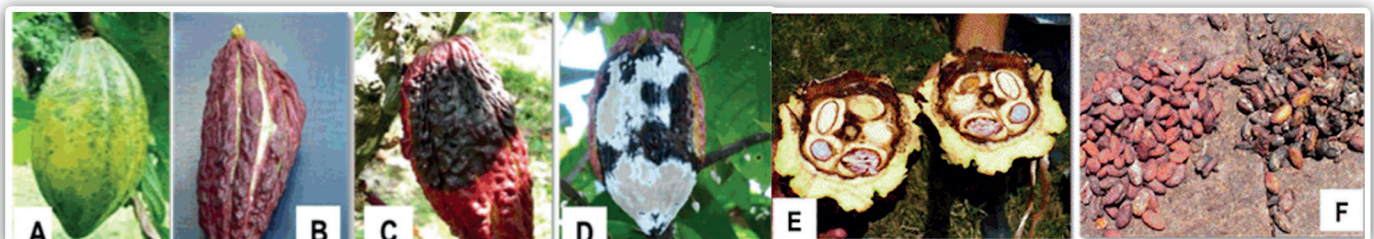


Fig2. Síntomas de moniliasis: **A)** primeros síntomas acuosos (hidrós); **B)** tumefacción; **C)** mancha parda; **D)** fruto con esporulación; **E)** necrosis interna de mazorcas afectadas; **F)** granos sanos (izquierda) e infectados (derecha). Fuente: Pérez-Vicente (2018).

Después de la penetración en el fruto, el hongo se desarrolla intercelularmente en las células del parénquima cortical, presentando período de incubación superior a 35 días (Maya et al. 2004). Aunque en frutos jóvenes puedan ser observadas áreas con crecimiento anormal, formando protuberancias pronunciadas en la superficie de los frutos (hinchazón), semejantes a los síntomas de mal formación producidos por *C. pernicioso*, síntomas externos pueden estar completamente ausentes hasta la formación de lesiones entre 45 a 90 días después de la penetración del hongo. De acuerdo con Evans et al (1978), esta podría ser considerada como la fase biotrófica del hongo, mientras que la necrotrófica, que puede ser precedida por la maduración irregular y prematura, se desarrolla rápidamente con la aparición de lesiones irregulares con coloración café-chocolate o castaño-oscuro, que van aumentando gradualmente, cubriendo toda la superficie del fruto, aunque las infecciones tardías, lesiones restringidas de color, castaño-oscuro, y deprimidas, son predominantes (Ram et al. (2004). Alrededor de 3 a 8 días después del inicio de la lesión, crecimiento micelial blanco cremoso es observado sobre los tejidos infectados, siendo inmediatamente cubiertos con una masa densa pulverulenta, constituida por las esporas del hongo, que van cambiando gradualmente de coloración gris a marrón.

Los síntomas de la enfermedad pueden variar con la edad del fruto y el tipo de material genético (Rodríguez et al. 2005). Los tejidos en los lugares de las semillas pueden ser substituidos por sustancias acuosas o gelatinosas desorganizadas, mientras que las semillas se encuentran generalmente adheridas unas a otras y a la pared interna de los frutos, tornándolas muchas veces difícil de ser removidas. Tales frutos son normalmente más pesados que los sanos, y en ausencia de esporulación, los frutos maduros infectados son de forma general indistintos de aquellos infectados con escoba de bruja (Solís et al 2009).



• **Aspectos Epidemiológicos**

De acuerdo con Evans (1981), *M. roreri* es capaz de crecer en amplio rango de condiciones climáticas, desde 0 hasta 1000 msnm y desde áreas secas (<60 %HR) a áreas húmedas (>90 %HR). Phillips-Mora (2003), colectó muestras del hongo desde 0 hasta 1520 msnm en lugares donde la precipitación anual oscila entre 780 a 5.500 mm y temperatura promedio anual entre 18.6 y 28°C. Esta alta adaptación a diferentes ambientes y el alto número de esporos de larga duración generados en cada ciclo infeccioso han hecho de *M. roreri* un patógeno efectivo para invadir nuevas regiones geográficas.

En Ecuador, por ejemplo, el ciclo de la enfermedad se inicia en el comienzo de la estación lluviosa (diciembre-enero), a partir de fuentes de inóculo primarias constituidas principalmente por esporas producidos en la superficie de frutos maduros infectados o en frutos momificados presos en la planta (Díaz-Valderrama 2016); de esta manera, frutos momificados dejados en la copa son considerados la principal fuente de inóculo para el inicio de nuevas infecciones, mientras que aquellos que caen en el suelo son degradados por microorganismos dejando de tener papel importante en la diseminación de la enfermedad (Lopes y Martins 2005). La presencia de agua libre permite la germinación de los conidios como también remueve el inóculo de los frutos momificados en la copa, diseminándolo en sentido descendiente. Existe correlación directa entre la cantidad de lluvia en el período de floración y formación de frutos y la ocurrencia de la enfermedad, siendo que condiciones de clima secos son desfavorables a la infección (Krauss et al 2010).

• **Manejo**

La implementación de áreas de escape, es decir, el establecimiento de cultivos en lugares donde las condiciones ambientales sean desfavorables al crecimiento de *M. roreri*, es la estrategia preventiva más efectiva en el control de la monilia. (Jaimes y Aranzazu 2010). La diseminación de hongo *M. roreri* mediada por prácticas humanas para nuevas áreas y países representa la amenaza más seria (Johnson et al 2008).

Mayores esfuerzos deben ser realizados para reforzar medidas cuarentenarias y capacitar a los productores sobre los riesgos de introducir material vegetal proveniente de áreas afectadas (Krauss y Soberanis 2001). Mientras esta medida toma fuerza, en los campos aún se implementan métodos convencionales para el manejo de la enfermedad, entre los que se destacan, el control cultural, químico, genético, biológico y/o alternativo (Hebbar 2007).

• **Control Químico**

Diferentes moléculas químicas son empleadas en los cultivos cacaoteros para el manejo de la monilia. El oxiclورو de cobre ha sido eficiente para tal fin, así como otros defensivos agrícolas entre los cuales se destacan el Mancozeb (MA) y el Benomil (BE). Otros fungicidas minerales como el silicosulfocálcico y polisulfuro de calcio, han presentado inhibición completa siendo efectivos, de fácil manejo y bajos costos para los productores (Ochoa-Fonseca, 2017).

De acuerdo con Lopes et al. (2009), el empleo de fungicidas a base de cobre (hidróxido de cobre y oxathin flutolanil) y otros como el azoxystrobin y el propiconazole ha resultado en

reducción significativa de la enfermedad al aumentar la producción de mazorcas, comparado con lotes donde ningún manejo químico fue utilizado. Sin embargo, este tipo de control puede generar altos costos además del cuidado en la frecuencia de pulverizaciones para evitar la selección de aislamientos y/o razas resistentes a esas moléculas químicas. Adicionalmente, debe considerarse el impacto negativo al ambiente y la salud humana.

• **Control Biológico**

Agentes biocontroladores están siendo usados para el manejo de diversas enfermedades de cultivos alrededor del mundo. Para el cacao, especies fangales de *Trichoderma* han mostrado efectividad en controlar el crecimiento de *M. royeri* y prevenir pérdidas económicas a los productores por efecto de la intensidad de los síntomas de monilia. En una investigación conducida por Krauss y Soberanis (2001), tres cepas de *Trichoderma* spp fueron aisladas de mazorcas sanas de cacao y evaluadas junto con *Trichoderma virens* para el potencial control de monilia. Todos los tratamientos evaluados fueron efectivos en la reducción de la enfermedad oscilando entre 14.6% y 24.9% de control de la enfermedad, este control y la producción fueron positivamente correlacionados a la concentración de inóculo empleada.

En otro estudio realizado por Aneja et al (2005) fue evaluado el efecto de concentraciones de ácido nonanoico producido por *Trichoderma harzianum* en el control de monilia. Los autores verificaron inhibición en la germinación de esporos de *M. royeri* de 75% en un ensayo In vitro cuando aplicados 0.62 μ M del ácido. En contraste no fue observado inhibición del crecimiento micelial del hongo. Este resultado sugiere que compuestos producidos por especies de *Trichoderma* juegan papel importante para el efectivo control de *M. royeri*.

• **Control Genético**

La distribución de genotipos resistentes como parte de un enfoque para el manejo de la enfermedad, representa una estrategia ambientalmente amigable de largo plazo para pequeños productores (Torres de la Cruz et al 2011). Genotipos resistentes podrían proveer control más duradero y menos costoso pudiendo ser usado para complementar otros métodos de control. El éxito del desarrollo y propagación de estrategias efectivas para el control de la moniliasis depende en gran medida del conocimiento de aspectos específicos de la biología de *M. royeri*, como la distribución y diversidad genética del hongo (Tiburcio et al 2010). En este sentido, análisis de distancia genética y biogeográfica, morfológico y estudios de comportamiento reproductivo coinciden en al menos cinco principales agrupaciones genéticas infraespecíficas (Correa et al 2014). Estos grupos varían en su distribución geográfica con los grupos Bolívar y Co-West extendiéndose y los agregados restantes siendo endémicos para Colombia (grupos Co-Central y Co-Este) o Ecuador (grupo Gileri). Por otro lado, Phillips-Mora (2007) identificó el clon ICS-95, el cual mostró resistencia contra siete aislados pertenecientes a diferentes grupos genéticos. Por lo tanto, puede ser posible seleccionar y reproducirse con amplia resistencia contra la enfermedad (Grisales y Afanador 2007).

• *Control Alternativo*

Productos derivados de plantas, entre ellos aceites esenciales (AEs) constituyen métodos alternativos para el manejo de enfermedades en diversos cultivos (Hennebelle et al., (2006). Estos productos son mezclas complejas de compuestos orgánicos presentes en diferentes concentraciones (Mesa-Arango, 2009). En una investigación realizada por Lozada et al., (2012) fue evaluado el efecto In vitro de aceites esenciales de tres especies de plantas como *Lippia* sobre *M. roseri*. Los AEs testados inhibieron 100% de la germinación de conidios y del crecimiento micelial cuando aplicadas concentraciones entre 800 – 1000 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Los Aes estaban compuestos principalmente por timol, p-cimeno, α -terpineno, acetato de timilo, -carvacrol, β -mirceno, trans- β -cariofileno.

Se han reportado estudios con extractos de plantas, que previamente presentaron antecedentes de diversas bioactividades, inhibiendo monilia en los extractos obtenidos de hojas en un porcentaje mayor, comparado con otra parte de la planta (Tenorio y Mollinedo, 2016). De acuerdo con Tamayo-España (2016), los extractos hidro alcoholicos de plantas comerciales como orégano (*Origanum vulgare*), maguey morado (*Tradescantia spathacea*) y jengibre (*Zingiber officinale*), han presentado efecto inhibitorio en el crecimiento y formación de conidias de monilia. Estudios previos confirman la alta efectividad de inhibición de extractos de plantas frente a *M. roseri* (Ramírez-Gonzales, et al 2011).

Estos estudios demuestran que aceites esenciales y extractos de plantas son promisoros para el manejo de *M. roseri* y otros patógenos del cacao, contribuyendo para la reducción del uso de fungicidas y consecuentemente, menor impacto ambiental. Es sugerido además estudios en cámaras de crecimiento e invernadero, evaluando intervalos de aplicación y diferentes formulaciones.

Mientras algunas de las medidas anteriormente mencionadas han sido efectivas a escala experimental, solamente aquellas basadas en prácticas culturales (remoción periódica de granos infectados, poda y sombreado, mantenimiento de los sistemas de drenaje, etc), están siendo adoptados por pequeños productores (Meinhardt et al 2014). Estos agricultores son estimulados por los precios del cacao y en ciertos casos, por asistencia técnica y financiera recibida de organizaciones internacionales o locales. Sin embargo, es importante notar, que tratos culturales de la enfermedad son una labor difícil e intensa (Suárez y Rangel 2013); de hecho, la frecuencia y costo de estas prácticas (particularmente aquella que requiere remoción semanal de granos infectados) han jugado el papel más importante al momento de desistir de su uso, especialmente cuando los precios del cacao son bajos (Suárez 2006).



❖ Conclusión ❖

La revisión sistemática sobre la monilia del cacao como propuesta de investigación teórica es una estrategia adecuada para incorporar conocimientos científicos de investigaciones realizadas en todo el mundo. De acuerdo con la información analizada fue posible establecer la importancia del agro negocio, específicamente de la cadena del cacao para el mundo y para el país, así como el efecto que la monilia tiene al ser la enfermedad que puede llegar a causar hasta 100% de pérdidas en la producción. Fue posible conocer aspectos relacionados con la enfermedad y cuáles son los métodos más eficaces para su control, considerando el balance costo/beneficio. Se propone el uso de productos naturales como fuente promisoría de compuestos Bioactivos en el control de monilia, lo anterior, bonificaría a los futuros productores y consumidores, evitando que se consuman agentes químicos a través del fruto por medio de su absorción al realizar control químico in situ.



✿ Referencias Bibliográficas ✿

- Aime, M. y Phillips-Mora, W. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (*Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97:1012-1022.
- Anonymous. (1832). El cacao. *El Cultivador Cundinamarqués o Periódico de la Industria Agrícola y de la Economía Doméstica*, no. 7.
- Barros, O. (1981). Avances en la represión de la moniliasis del cacao. *Proceedings of the Eighth International Cocoa Research Conference, Cocoa Producers' Alliance, Cartagena, Colombia*.
- Correa, J. Castro, S. y Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta Agronómica*. 63(4), 388-399. Doi: 10.15446/acagv63n4.42747.
- DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria. URL: <https://bit.ly/2q1Xz32> Consultado Noviembre 3 de 2019.
- DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2016). Censo Nacional Agropecuario 2014. Tomo 2 Resultados. <http://bit.ly/2iVEVZs> . Consultado en noviembre 8 de 2019.
- de Almeida A. y Valle R. (2010) *Ecophysiology of Tropical Tree Crops*. In: DaMatta F.M. (ed.) *Cacao: Ecophysiology of growth and production*, 1st edn. Nova Science Publishers, Viçosa, pp. 1-34.
- Diaz, J. y Aime M. (2016) The cacao pathogen *Moniliophthora roreri* (Marasmiaceae) produces rhexolytic thallic conidia and their size is influenced by nuclear condition. *Mycoscience*: 57:208-16.
- Drenth A. y Guest D. (2016) Fungal and Oomycete diseases of tropical tree fruit crops. *Annual Review of Phytopathology*.; 54:373-395.
- Enriquez, G., Brenes, O. y Delgado, J. (1982). Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. *Proceedings of the Eighth International Cocoa Research Conference, 1981. Cocoa Producers' Alliance, Cartagena, Colombia*.
- Evans, H. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*. *Phytopathology Papers No. 24. Commonwealth Mycological Institute, London, UK*.
- Evans, H. (1986). A reassessment of *Moniliophthora* (*Monilia*) pod rot. *Cocoa Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey (England)*, p. 44.
- FAO (2018). FAOSTAT. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Consultado noviembre 1 de 2019.
- Glendinning D. (1972) Natural pollination of cocoa. *New Phytol.* 71: 719-729.
- Griffith, G., Nicholson, J., Nenninger, A., Birch, R. y Hedger, S. (2003). Witches' brooms and frosty pods: two major pathogens of cacao. *N. Z. J. Bot.* 41, 423.
- Grisales, S. y Afanador, L. (2007). Análisis de variabilidad genética en *Moniliophthora roreri* con AP-PCR y RAPD en Antioquia, Colombia. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 9(2), 15-32.
- Hardy F. (1960) *Cacao manual*, 1st edn. *Inter-American of Agricultural Sciences, Turrialba*, p. 439.

- Hebbbar, K. (2007). Cacao diseases: a global perspective from an industry point of view. *Phytopathology*. Vol. 97, No. 12. Doi:10.1094/PHYTO-97-12-1658
- Hebbbar, P., Gianfagnaa, T. & Anejaa, M. (2006). *Trichoderma harzianum* produces nonanoic acid, an inhibitor of spore germination and mycelial growth of two cacao pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology* (67) 304–307.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., Dermont, C., Joseph, H. y Bailleul, F. (2006). The essential oil of *Lippia alba*: Analysis of samples from French overseas departments and review of previous works. *Chem. Biodivers.* 3:1116 – 1125
- ICA. Instituto Colombiano Agropecuario, El ICA apoya Plan Nacional de Renovación de Cacao (2013) ICA Comunica. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/PeriodicoVirtual/Prensa/2013/El-ICA-apoya-Plan-Nacional-de-Renovacion-de-Cacao.aspx>. Acceso Nov 10 de 2019
- Jaimes, Y. y Aranzazu, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en *Monilia* (*Moniliophthora roreri*). In: Hoyos L.M. (ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Colombia. p. 90
- Johnson, J., Bonilla, J. y Agüero, L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. Leon, Nicaragua 40 p.
- Krauss U., Hidalgo E., Bateman R., Adonijah V., Arroyo C. y García J. (2010) Improving the formulation and timing of application of endophytic biocontrol and chemical agents against frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in cocoa (*Theobroma cacao*). *Biological Control* ; 54:230–240.
- Krauss, U y Soberanis, W. (2001) Biocontrol of Cocoa Pod Diseases with Mycoparasite Mixtures. *Biological Control* (22) 149–158.
- Krauss, U. y Soberanis, W. (2001). Rehabilitation of diseased cacao fields in Peru through shade regulation and timing of biocontrol measures. *Agroforest. Syst.* 53:179–184.
- Lopes, L., Carvalho, A., Teodoro, J., Rocha, G. & Villela, A. (2009). Selection of *Trichoderma stromaticum* isolates for efficient biological control of witches' broom disease in cacao. *Biological Control.* (51) 130–139.
- Lopes, M. y Martins, E. (2005). Principais doenças do cacaueiro no Brasil. CEPLAC/CEP-EC/SEFIT 132 p.
- Lozada, B., Herrera, L., Perea, J., Stashenko E., y Escobar, P. (2012). Efecto in vitro de aceites esenciales de tres especies de *Lippia* sobre *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al., agente causante de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica.* 61 (2) 2012, p 102–110
- MADR Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, (2014). Análisis, estadísticas, cacao. <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx> . Consultado en noviembre 1 de 2019

- Maya, S., Cubillos, G. y Botero, A. (2004). Incidencia, severidad y pérdidas económicas de las principales enfermedades del cultivo de cacao en Antioquia. ICA Inf. 31
- Meinhardt, L., Costa, G., Thomazella, D. y Teixeira, P. (2014). Genome and secretome analysis of the hemibiotrophic fungal pathogen, *Moniliophthora roreri*, which causes frosty pod rot disease of cacao: mechanisms of the biotrophic and necrotrophic phases. BMC Genomics 15:164.
- Mesa, A., Montiel J., Zapata B., Durán C.; Betancur E. y Stashenko, E. (2009). Citral and carvone chemotypes from the essential oils of Colombian *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown: composition, cytotoxicity and antifungal activity. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 104:878 – 884
- Mossu G. (1990) Le Cacaoyer, 1st edn. Maisonneuve et Larose, Paris, p. 160.
- Ochoa-Fonseca, L., Ramírez-González, S., López-Báez, O., Espinosa-Zaragoza, S., Alvarado-Gaona, Álvaro, y Álvarez-Siman, F. (2017). Control in vivo de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. Ciencia Y Agricultura, 14(2), 59-66. Doi: 10.19053/01228420.v14.n2.2017.7149
- Oduro W., Rodríguez M., Lundy, M., Kelly, C., Abbott, P., Benjamin, T., Burniske, G., Croft, M., y Fenton M. (2013) Insect assemblage and the pollination system of cocoa (*Theobroma cacao* L.). J. Appl. Biosci. 62: 4582–4594.
- Pérez, L. (2018). *Moniliophthora roreri* H.C. Evans et al. y *Moniliophthora perniciososa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo Rev. Protección Veg. vol.33 no.1
- Phillips-Mora, W. y Wilkinson, M. (2007). Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao* L.) pathogen *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. Published online. Plant Pathol. (Online Early Articles) doi:10.1111/j.1365-3059.2007.01646.x
- Phillips-Mora, W., Coutiño, A., Ortiz, C., López, A., Hernández, J., y Aime, M. (2006). First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (= moniliasis disease) of cacao in Mexico. Plant Pathol. 55:584.
- Phillips-Mora, W. (2003). Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao* L.) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Ph.D. Thesis. University of Reading, UK
- Ram, A., Valle, R. y Arévalo, E., (2004). Monilia do Cacaueiro. Fundacao Cargill. Sao Paulo, Brasil, p. 36.
- Ramírez-González, S., López-Báez, O., Guzmán-Hernández, T., Munguía-Ulloa, S., y Espinosa-Zaragoza, S. (2011). Actividad antifúngica in vitro de extractos de *Origanum vulgare* L., *Tradescantia spathacea* Swartz y *Zingiber officinale* Roscoe sobre *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et ál. Revista Tecnología En Marcha, 24(2), pág. 3

- Rodríguez, E., Mujica, J. y Cubillos, G., (2005). Manejo integrado de la Moniliasis en el cultivo del cacao. Consejo Nacional Cacaotero. CORPOICA, Bucaramanga 24.
- Rojas F. y Sacristán S. (2013) Guía ambiental para el cultivo del cacao, 2nd ed. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural—Federación Nacional de cacaoteros, Bogotá DC. CO, p. 126.
- Roger, J. (1918). Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao. Asociación de Agricultores, Guayaquil, Ecuador. P 17-40
- Sanz, J. (2007). Principales avances y resultados de la campaña de Monilia en Colombia. Innovación y Cambio Tecnológico. Corpoica 6 (6), 16e20.
- Secretaría de Agricultura Departamental del Caquetá. (2017). Evaluaciones Agropecuarias Municipales – EVA Base de datos. Caquetá.
- Solís, J., Ruíz, P. y Zamarripa, A. (2009). Mejoramiento genético para resistencia, rendimiento y calidad agroindustrial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en México. Memorias. IV Reunión Nacional Innovación Agrícola. Saltillo, Mex. 142 p.
- Suárez, L. (2006). Aislamiento e identificación de *Moniliophthora roreri* causante de la moniliasis en municipios del nororiente colombiano y ensayos preliminares para su control biológico. Rev. Respuestas 11:3 - 9.
- Suárez, L. y Rangel, A. (2013). Aislamiento de microorganismos para control biológico de *Moniliophthora roreri*. Acta Agronómica 62:370 - 378.
- Tamayo-España, Luz Elena., Ramírez-González, Sandra Isabel., López-Báez, Orlando., Quiroga-Madrigal, Ricardo René., y Espinosa-Zaragoza, Saúl. (2016). Extractos por destilación de *Origanum vulgare*, *Tradescantia spathacea* y *Zingiber officinale* para el manejo de *Moniliophthora roreri* de *Theobroma cacao*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 7(5), 1065-1076.
- Tenorio, R. y Mollinedo, P. (2016). Capacidad inhibitoria de filtrados de *Trichoderma inhamatum* y *Caiophora andina* sobre fitopatógenos de *Theobroma cacao*. Revista Boliviana de Química. V 33(3)
- Tiburcio, R., Costa, G., Carazzolle, M. y Mondego, J. (2010) Genes acquired by horizontal transfer are potentially involved in the evolution of phytopathogenicity in *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri*, two of the major pathogens of cacao. J. Mol. Evol. 70:85 - 97.
- Torres de la Cruz, M., García, C., Téliz, D.; Aguilera, A. y Díaz, C. (2011). Temporal progress and integrated management of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) of cocoa in Tabasco, Mexico. J. Plant Pathol. 93:31 - 36.
- Wibaux T., Konan D., Snoeck D., Jagoret P. y Bastide P. (2017) Study of tree-to-tree yield variability among seedling-based cacao populatio



Revista
INNVENTIVA
CENTRO TECNOLÓGICO DE LA AMAZONIA

Tercera Edición Noviembre 2021
Florencia, Caquetá.

