

INFORME ANUAL 2021

1. Programa o Departamento:

Departamento de Protección Vegetal

2. Director de la Estación Experimental:

Ing. Carlos Caicedo Vargas

3. Responsable del Departamento:

Jimmy Pico Rosado

4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:

Agr. Edgar Yáñez
Sr. Víctor Merizalde
Agr. Jefferson Pérez

5. Financiamiento: Gasto corriente

6. Proyectos: Gasto corriente

7. Socios estratégicos para investigación: CEFA

Resumen

El presente informe describe las actividades de investigación y servicios realizadas por el Departamento de Protección Vegetal de la EECA de enero a diciembre del 2021; el cual orienta los avances de los principales rubros destacándose el cacao, café, pastos, pitahaya y otros. En los procesos de investigación en el rubro cacao bajo sistemas agroforestales se ha concluido el año seis de evaluación de las variables sanitarias en donde se evidencia que los sistemas agroforestales presentan incidencia altas de monilia entre 96 y 97%, no mostrando así efecto sobre esta variable; aunque si muestran efectos sobre los rendimientos siendo el agro sistema pleno y frutal que obtienen mejor respuesta. Los niveles de manejo no hacen efecto sobre la incidencia de monilia; y rendimientos; aunque los manejos organico intensivo y bajo organico muestras las mejores respuestas.

En el ensayo de café bajo sistema agroforestal, Los sistemas agroforestales no muestran efectos sobre las poblaciones del taladrador de la ramilla y la broca del café. El manejo alto convencional favorece la infestación de broca, mientras que el manejo bajo orgánico favorece una menor infestación del taladrador de la ramilla y la broca. En pitahaya se ha logrado determinar que la sombra por su condición detiene el rocío del agua que desciende en forma de vapor especialmente en horas de la noche, tiende a desfavorecer el desarrollo de la enfermedad denominada sarna. En el ensayo de fertirrigación en cacao Los tratamientos en estudio si muestran efectos sobre la incidencia de monilia siendo el tratamiento dos (control) el que presenta menos incidencia. Los tratamientos recomendados por INIAP y el tratamiento cinco obtienen mayores rendimientos en relación a los demás tratamientos.

En los servicios de diagnóstico se han realizado 157 análisis micológicos que en su mayoría corresponden a servicios internos de investigación.

8. Publicaciones:

- Aportes a la investigación, fortalecimiento de capacidades y formulación de políticas para el sector cafetalero en 20 años de ensayos de sistemas agroforestales con café. In Revista Agroforestería en las Américas N° 51 2021.
- Organic Farming Practices and Shade Trees Reduce Pest Infestations in Robusta Coffee Systems in Amazonia

9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

9.1. Difusión técnica

- Curso de Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades en el Cultivo de Cacao y Uso de Tecnologías de Precisión
- Manejo integrado del cultivo de la pitahaya (*Selenicereus sp.*)
- Manejo integrado y control biológico de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*) y monilla del cacao (*Moniliophthora roreri*); mediante la integración de control biológico con *Beauveria bassiana* y *Trichoderma sp.* con organizaciones de productores del cantón bolívar, provincia de manabí (CEFA - INIAP)

9.2. Participación en eventos científicos

- Reconocimiento de las principales afectaciones fitopatológicas del cultivo de maíz en la provincia de Orellana. In I Simposio del maíz: ciencia tecnología e innovación 27-29 de octubre 2021.
- **DETECÇÃO DE Bipolaris sp EM ARROZ NA AMAZÔNIA EQUATORIANA.** In. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, evento online realizado de **24 a 26 de Agosto de 2021**
- **DETECÇÃO DE Fusarium sp. EM PITAIA AMARELA EM PALORA, EQUADOR.** In. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, evento online realizado de **24 a 26 de Agosto de 2021.**

9. Propuestas presentadas:

10.1. Propuesta 1. Título: “Evaluación de aislados de *Trichoderma spp.*, sobre el crecimiento de *Alternaria sp.*, en el cultivo de pitahaya (*Selenicereus sp.*) en el cantón Joya de los Sachas ”.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: INIAP

Fecha presentación: 29/04/2021

Responsable: Ing. Jimmy Pico, Egda. Jessenia Jemenez

Equipo multidisciplinario: Ing. Yadira Varga, Ing. Alejandra Díaz, Fruticultura, Ing. Julio Macas, GEP

Presupuesto: 24750,0 USD

Duración proyecto: dos años

Estado: Presentado

Fecha probable inicio ejecución: mayo del 2021

10.2. Propuesta 2. Título: “Evaluación de aislados de *Beauveria spp.* como biocontrolador de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en las principales zonas cafetaleras del cantón Morona.”.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: INIAP

Fecha presentación: 31 de agosto de 2021

Responsable: Ing. Jimmy Pico, Ing. Cristian Subía, Egda. Sr. Santiago Enrique Proaño
Mendoza, Sr. Marlon Rubén Rubio Delgado

Equipo multidisciplinario: Ing. Javier Chuquimarca e Ing. Fabián Fernández

Presupuesto: 14714,30 USD

Duración proyecto: dos años

Estado: Presentado

Fecha probable inicio ejecución: mayo del 2021

10. Hitos/Actividades o proyecto establecidas en el POA:

11.1. Actividad 1. Título: “Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao (*Theobroma cacao*) en la Joya de los Sachas”.

Responsable: Ing. Jimmy Pico R.

Equipo multidisciplinario Ing. Leider Tinoco, Ing. Cristian Subia, Ing. Carlos Caicedo

Antecedentes

Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas, ecológicas y económicas entre los componentes maderables y no maderables para incrementar, sostener y diversificar la producción; así se tiene que los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje, y otros productos, mantienen y mejoran el suelo y además disminuyen los riesgos de producción ante variaciones estacionales del ambiente (Mendieta López & Rocha Medina, 2007). El cacao, es uno de los principales rubros agropecuarios de importancia económica para la RAE, con una superficie aproximada de 58.965 ha; mayormente distribuidas en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, sin embargo presenta un rendimiento muy bajo ($0,31 \text{ t ha}^{-1}$), inclusive menor al promedio nacional ($0,42 \text{ t ha}^{-1}$). Como se observa, estos promedios, están por debajo del potencial productivo de este rubro y en muchas de las ocasiones, convierten al cacao en un cultivo poco o nada rentable para los productores (INEC, 2015).

El rubro cacao es seriamente afectado por varias enfermedades, las más importantes son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (Brenes, 1983), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mazorca negra (complejo de hongos del género *Phytophthora*). Estas enfermedades cuya acción es destructiva afectan especialmente a las mazorcas, para lo cual necesitan de condiciones de alta humedad relativa (mayores a 80%) y temperaturas entre 25 y 28 °C, factores que inciden sobre la incidencia de la enfermedad (Suárez, 1993). La moniliasis es considerada como el

mayor problema, ya que cuando se establece en las plantaciones, su ataque es arrasador (Enriquez, 2004). En efecto, esta enfermedad puede causar pérdidas en la producción superiores al 60%, lo cual se refleja en los bajos rendimientos obtenidos en condiciones de manejo tradicional. La característica principal que distingue al cultivo de cacao del tipo nacional, es su necesidad de sombra, que es un elemento básico en el inicio del cultivo (Larrea, 2008), tradicionalmente, se ha utilizado sombra de plátano o frutales como el chontaduro (*Bactris gasipaes*), asociados con otros cultivos (Graefe; et al., 2012), también en estudios realizados en Perú, Colombia y Brasil, se ha demostrado que el chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), es una especie forestal con características maderables valiosas, de estrato superior en los sistemas agroforestales, de rápido crecimiento y además fija nitrógeno (Wikipedia, 2015). Un aspecto relevante de la calidad del cacao es su aroma, que está influenciado por el ecosistema circundante, los fabricantes de chocolate le dan una enorme importancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate (Álvaro; et al., 2007). La fermentación del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del aroma y sabor (Rivera; et al., 2012).

Objetivo

- Evaluar el efecto de la sombra sobre la incidencia de monilia y los rendimientos en el cultivo de cacao.
- Evaluar el efecto del manejo sobre la incidencia de monilia y los rendimientos en el cultivo de cacao.

Materiales y métodos

El presente estudio comprende información de enero a noviembre del 2021 (año 5), el mismo que se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, en latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm (fuente: datos GPS). De acuerdo a la clasificación de la zonas de vida corresponde a un bosque húmedo tropical (bhT) (Holdridge, 1982). Las características meteorológicas de la zona son: precipitación 3217 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91.5% (INAMHI, 2010). Las especies que van a integrar los arreglos forestales son: chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* D.), chontaduro (*Bactris gasipaes*), porotillo (*Erythrina spp*), plátano (*Musa spp*) y cacao (*Theobroma cacao*).

Para los manejos se utilizarán insumos sintéticos y orgánicos (herbicidas, fertilizantes, funguicidas, insecticidas) los que se aplicarán en franjas de acuerdo al manejo que le corresponde. Además se utilizarán herramientas de campo, maquinaria agrícola, insumos y equipos de laboratorio.

Los factores en estudios comprenden sistemas agroforestales y manejos como se detalla a continuación: a) Forestal: el sistema incluye chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D.), b) Frutal: el sistema incluye chontaduro (*Bactris gasipaes*), c) Servicio: el sistema incluye porotillo (*Erythrina* spp), d) Forestal más servicio: será una combinación de chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D) porotillo (*Erythrina* spp) y e) Pleno sol. Los manejos Agronómicos son: a) Alto convencional–AC (alto uso de pesticidas), b) Medio convencional– MC, (mediano uso de pesticidas) c) Orgánico intensivo –OI (uso de insumos orgánicos) y d) Bajo orgánico– BO (bajo uso de insumos orgánicos).

Los tratamientos se conforman por la combinación de los niveles de los factores en estudio genera 20 tratamientos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño del ensayo con cuatro sistemas agroforestales y cuatro manejos agronómicos en el cultivo de cacao.

Arreglos agroforestales	Manejo Agronómico			
	Tratamiento			
pleno sol	AC	MC	OI	BO
	T1	T2	T3	T4
Forestal Chuncho	AC	MC	OI	BO
	T5	T6	T7	T8
Frutal Chontaduro	AC	MC	OI	BO
	T9	T10	T11	T12
Servicio Erythrina	AC	MC	OI	BO
	T13	T14	T15	T16
Forestal + servicio Chuncho + Erythrina	AC	MC	OI	BO
	T17	T18	T19	T20

El ensayo se dispondrá con tres repeticiones bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar en arreglo de los tratamientos por franjas que corresponderán a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos del cultivo de cacao. Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, et al., 2008), empleando modelos lineales generales y mixtos.

Las unidades experimentales donde se aplicarán los diferentes manejos bajo cada uno de los arreglos agroforestales propuestos, serán parcelas de 12 x 12 árboles de cacao con un total de 144 árboles, en los que la parcela neta corresponderá a los 36 árboles centrales (6 x 6 árboles de cacao). Los datos se registrarán en ocho plantas centrales de la parcela útil, las cuales serán marcadas para ser consecuentes en las evaluaciones.

Como variables se registró el número de mazorcas sanas, que son las mazorcas que no presentan síntoma alguno de enfermedad; el número de mazorcas enfermas con síntomas de enfermedad (ya sean gibas, maduración prematura, puntos claros, mancha chocolate y/o esporulación blanca) (Phillips-Mora y Cerda, 2010). El porcentaje de mazorcas enfermas es el resultado de la relación entre mazorcas sanas y enfermas. El

rendimiento cacao fresco, se evaluará cada vez que haya mazorcas cosechadas; se procederá a extraer los granos presentes dentro de cada uno y se determinará su peso en kilogramos,. Luego para determinar el peso del cacao seco en kg se multiplicará por el coeficiente de corrección igual a 0,40.

Resultados

Al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha= 0.05$ se observa que el factor sistema agroforestal no mostró diferencias significativas para la variable incidencia de monilia; observándose una alta incidencia monilia de (*M. royeri*) en todos los sistemas agroforestales entre 97 y 96%. Pero éste factor si mostro diferencias estadísticas para la variable rendimientos; obteniendo los mayores rendimientos a pleno sol y el sistema frutal con 191,24 y 113,54 kg/cacao seco /año respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Incidencia de monilia (*M. royeri*) y rendimientos cacao seco kg/ha/año de acuerdo a los sistemas agroforestales en ensayo SAF cacao.

Sistema Forestal	Incidencia (%)	Rendimientos cacao seco kg/ha/año
Chuncho-Erythrina	97,7 a	99,1 ab
Erythrina	97,3 a	60,1 b
Chontaduro	96,4 a	113,5 a
Pleno Sol	95,9 a	191,2 a
Chuncho	96,8 a	97,9 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha= 0.05$ se observa que el factor nivel de manejo no mostró diferencias significativas para la variable incidencia de monilia; observándose la mayor incidencia en el manejo medio convencional y bajo orgánico con 97,11 y 97,5% respectivamente. Se observa que en todos los manejos han alcanzado una alta incidencia de monilia. Éste factor no mostro diferencias estadísticas para la variable rendimientos; aunque el mayor rendimiento se obtiene el manejo alto convencional y bajo orgánico (116,04 y 113,38 kg de cacao seco año respectivamente) (Tabla 3).

Tabla 3. Incidencia de monilia (*M. royeri*) y rendimiento en kg de cacao seco/ha/año de acuerdo a los niveles de manejos en ensayo SAF cacao.

Tipo de manejo	Incidencia (%)	Rendimientos cacao seco kg/ha/año
Orgánico Intensivo	96,8 a	113,4 a
Bajo Orgánico	97,0 a	114,1 a
Medio Convencional	97,1 a	106,0 a
Alto Convencional	96,3 a	116,0 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Conclusiones:

- Todos los sistemas agroforestales presentan incidencias altas entre 96 y 97%, no mostrando así efecto sobre esta variable.
- Los sistemas agroforestales si muestran efectos sobre los rendimientos siendo el agro sistema pleno y frutal que obtienen mejor respuesta.
- Los niveles de manejo no hacen efecto sobre la incidencia de monilia; y rendimientos; aunque los manejos organico intensivo y bajo organico muestras las mejores respuestas.

Recomendaciones:

- Se recomienda realizar de manera más eficiente las aplicaciones de las prácticas de manejo y de todo el manejo del ensayo.

Bibliografía

- Álvaro, C.; Pérez, E.; Lares, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. ATIE, 60 p.
- Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico, Guía para productores ecuatorianos. Manual Nro. 54. INIAP. Quito, EC. 360 p.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Phillips-Mora, W. and R. Cerda. 2010. Catálogo: Enfermedades del Cacao en Centroamérica. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE), CR. Serie Técnica No. 93.
- Graefe, S.; Dufour, D.; Zonneveld, M.; Rodriguez, F.; Gonzalez, A. 2012. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. Disponible en <http://download.springer.com/static/pdf/117/art%253A10.1007%252Fs1053101204023.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10531-012-0402->
- Granda, P. 2006. Monocultivos de árboles en Ecuador. Disponible en <http://wrm.org.uy/oldsite/paises/Ecuador/Libro2.pdf>
- Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. S. 2da Ed. San José. IICA. 216 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2015. Tablas y gráficos de resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), Año 2014.

- Quito, Ecuador. INEC. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Larrea, M. 2008. El cultivo de Cacao nacional: Un bosque generoso. Quito: Ecociencia/Corpei. Disponible en http://www.ecociencia.org/archivos/Manual_PAB_final-100226.pdf Science.2(4): 314-320.
- Mendieta López, M.; Rocha Medina, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea N° 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.
- Peña, A.; Galindo, A. 2007. El Café Ecológico Amazónico, Alternativa Sostenible para los Campesinos. In: LEISA Revista de Agroecología. 23.1. Disponible en http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/como-se-organizan-los-agricultores/el-cafe-ecologico-amazonico-alternativa-sostenible/at_download/article_pdf
- Rivera, R; et al. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional.
- Suárez, C. 1993. Enfermedades de cacao y su control. In. Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Ed. Quevedo, Ecuador, INIAP/EET Pichilingue. Manual Técnico No. 25. p. 90-116.
- Wikipedia, La Enciclopedia Libre 2015. *Cedrelinga cateniformis*. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Cedrelinga_cateniformis

11.2. Actividad 2. Título: “Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de café robusta (*Coffea canephora*) en la Joya de los Sachas”.

Responsable: Ing. Jimmy Pico R.

Equipo multidisciplinario Ing. Leider Tinoco, Ing. Cristian Subia, Ing. Carlos Caicedo

Antecedentes

El café representa uno de los productos importantes de exportación ecuatoriana y generador de ingresos económicos en las familias, debido a que se exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusta, esta ventaja se debe a los diferentes ecosistemas que posee el país permitiendo cultivar en la Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos. En los años comprendidos entre el 2009 y 2010, el precio del café logró valores cercanos a los 300 dólares por quintal, sin embargo para el año 2013 el precio promedio fue de 171,56 dólares, lo cual es una evidencia del comportamiento de los precios del café en el mercado, con épocas de auge y depresión a lo largo de la historia (PRO ECUADOR, 2013; ANACAFE, 2016; Cofenac, 2013). En la Amazonía ecuatoriana, mayoritariamente en las provincias de Orellana y Sucumbíos (88%), se concentra aproximadamente un 67% de la superficie total de café robusta existente a nivel nacional, estimándose en el año 2012, una superficie plantada de 42 240 ha, de las cuáles 31.680 ha se encontraban en producción (Cofenac, 2013).

La incorporación de árboles en sistemas agroforestales puede aumentar los ingresos de los productores a través de la producción de madera, contribuir a la mejora de la calidad de vida de los agricultores de las zonas y fortalecer las economías nacionales (Pye-Smith, 2008). En muchas partes del mundo los productores de café mantienen una gran diversidad de árboles de sombra en los cafetales por varias razones entre las que se pueden mencionar: producción de madera, leña, forraje, frutas y beneficios indirectos tales como: el retorno de nutrientes al suelo, las modificaciones del microclima, refugio y protección de vida silvestre y recreación (Beer et al. 2003; Barrance et al. 2003).

El cultivo del café constituye la base para muchos sistemas simultáneos, especialmente en las tierras altas y fértiles, se utilizan sistemas de cultivo de café bajo cobertura arbórea o en sistemas agroforestales con el propósito de conservar la humedad del suelo en épocas secas y disminuir los efectos que el déficit hídrico ocasiona sobre el cultivo (Muschler, 2004). Uno de los factores que se ve favorecido por la implementación de sistemas agroforestales y que sirve como indicador de la “vida” del suelo es la dinámica de lombrices en el tiempo, la cual juega un papel importante ya que la densidad y biomasa de las mismas muestran cambios en la

fertilidad del suelo, los cafetales asociados con *Erythrina* con un manejo orgánico bajo, presentan alta densidad de lombrices (Vásquez, 2014). En sí, los sistemas agroforestales, a través de la incorporación de árboles y arbustos al terreno pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), se incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Young, 1989).

Por otra parte, en la Región Amazónica Ecuatoriana RAE, la producción agrícola en general se ve limitada por el grave problema ocasionado por la alta presencia de plagas y enfermedades (Nieto y Caicedo, 2012). El cultivo de café, en específico, es afectado por el ataque de un sin número de insectos y ácaros, ciertas plagas que lo afectan de manera temporal, mientras que otras por varias generaciones ocasionando daños a las raíces, tallos, ramas, hojas, frutos y semillas. De las 850 especies que atacan el cultivo de café, alrededor de 200 se han reportado en áreas del trópico y subtropical en América, de las cuales 30 especies, la mayoría nativas, causan importantes pérdidas a los agricultores (Barrera, 2008). Una de las principales plagas que causa daños en cafetales es el taladrador de la ramilla del café (*Xylosandrus morigerus* Blandford); plaga que es originaria de la región Indomalaya, actualmente se la encuentra desde México hasta Brasil (Wood, 1982). La hembra adulta del insecto perfora ramillas y brotes jóvenes para construir su cámara de cría; lo que origina la destrucción y necrosis de los tejidos internos de las ramas, ramillas y brotes, impidiendo la circulación de la savia y ocasionando como consecuencia la reducción del rendimiento en el cultivo (Sotomayor y Duicela, 1995). Otra plaga de importancia, es la broca del café (*Hypothenemus hampei*), la misma que causa perforaciones y galerías en las almendras destruyendo parcial o totalmente los frutos. El mal de hilacha (*Pellicularia koleroga*), por su parte, es una enfermedad destructiva del follaje de las plantas, que se presenta todo el año.

Objetivo

- Evaluar el efecto de la sombra sobre las principales plagas y los rendimientos en el cultivo de café robusta.
- Evaluar el efecto del manejo sobre las principales plagas y los rendimientos en el cultivo de café robusta.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, de enero a noviembre del 2021, en latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm (datos GPS). De acuerdo a la clasificación de la zonas de vida corresponde a un bosque húmedo tropical (bhT) (Holdridge, 1982), Las características

meteorológicas de la zona son: precipitación 3217 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91.5% (INAMHI, 2010).

El factores A está conformados por Agroforestales a) maderable: el sistema incluye bálsamo (*Myroxylon balsamum* L.), b) Frutal: el sistema incluye guaba (*Inga* spp), c) Servicio: el sistema incluye porotillo (*Erythrina* spp), d) Maderable más servicio: será una combinación de bálsamo (*Myroxylon balsamum* L.) + porotillo (*Erythrina* spp) y e) Pleno sol. El factor B está conformado niveles de manejos agronómicos: Los manejos Agronómicos son: a) Alto convencional–AC (alto uso de pesticidas), b) Medio convencional– MC, (mediano uso de pesticidas) c) Orgánico intensivo –OI (uso de insumos orgánicos) y d) Bajo orgánico– BO (bajo uso de insumos orgánicos).

Los tratamientos se construyen con la combinación de los factores en estudio lo cual genera 20 tratamientos como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Diseño de ensayo con cuatro sistemas agroforestales y cuatro manejos agronómicos en el cultivo de café robusta.

Tipo de sombra	Manejo Agronómico			
	AC	MC	OI	BO
PLENO SOL	T1	T2	T3	T4
MADERABLE	AC	MC	OI	BO
Bálsamo	T5	T6	T7	T8
FRUTAL	AC	MC	OI	BO
Guaba	T9	T10	T11	T12
SERVICIO	AC	MC	OI	BO
Erythrina (Porotillo)	T13	T14	T15	T16
MADERABLE + SERVICIO	AC	MC	OI	BO
Bálsamo+Erythrina (Porotillo).	T17	T18	T19	T20

El ensayo se dispondrá con tres repeticiones bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar en arreglo de los tratamientos por franjas que corresponderán a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos del cultivo de cacao. Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat, empleando modelos lineales generales y mixtos (Di Rienzo; et al. 2008). Las unidades experimentales donde se aplicarán los diferentes manejos bajo cada uno de los arreglos agroforestales propuestos, serán parcelas de 12 x 12 árboles de café robusta con un total de 144 árboles, en los que la parcela neta corresponderá a los 36 árboles centrales (6x6 árboles de café robusta). Para la evaluación de plagas y enfermedades, los datos se registraron en 8 plantas de la parcela neta de cada tratamiento, para lo cual se evaluarán 18 ramas o bandolas (3 por planta), que se seleccionarán en la parte baja, media y alta de cada planta y serán codificadas. La mayor parte de variables se evaluará en base a los protocolos usados por el Programa Nacional de Cacao y Café (Loor, et al., 2016). Las plagas presentes

también se evaluaron, el número de frutos sanos, en el centro de la parcela útil se seleccionarán seis plantas; y en cada planta se tomarán tres ramas (parte baja, media y alta) en las que se contara los frutos sanos (sin brocas), el número de frutos brocados, en las mismas bandolas de la variable anterior se registrará el número de frutos infectados por broca (*Hypothenemus hampei*). Para la evaluación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), en las seis plantas seleccionadas se contarán el total de ramas principales y el número de ramas taladradas. Esta evaluación se la realizará cada 30 días.

Resultados

Al comparar el efecto de los sistemas agroforestales en la variable infestación de taladrador de la ramilla y broca de café, no presentaron diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados; sin embargo el sistema erythryna presentan los mayores rendimientos para ambas variables (13,4 y 16,0% respectivamente). (Tabla 5).

Figura 5. Infestación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*) y broca (*Hypothenemus hampei*), sistemas agroforestales en ensayo SAF café.

Sistema Forestal	Infestación de taladrador (%)	Infestación de broca (%)
Erythrina	13,4 a	16,0 a
Balsamo-Erythrina	12,5 a	15,4 a
Pleno sol	12,5 a	17,5 a
Guaba	12,0 a	16,0 a
Balsamo	11,3 a	15,9 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

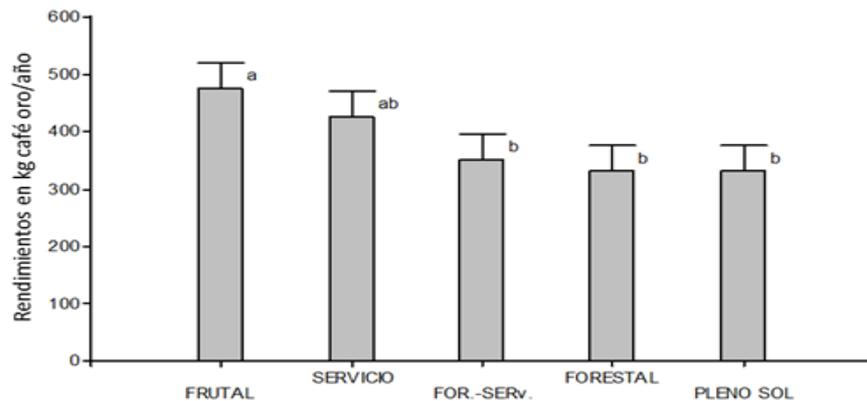
Al analizar el efecto del factor manejo, la variable infestación de taladrador mostro diferencias significativas; siendo el manejo alto convencional presenta la mayor infestación (14,1%) y el manejo bajo organico el menor porcentaje (11,5%). La variable infestación de broca mostro diferencia estadísticas; observándose que el manejo alto convencional obtuvo la mayor infestación (17,6%) y el menor valor lo obtuvo el bajo orgánico con 15,3% (Tabla 6).

Tabla 6. Infestación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), de acuerdo a los niveles de manejos en ensayo SAF café.

Tipo de manejo	Infestación de taladrador (%)	Infestación de broca (%)
Alto Convencional	14,1 a	17,6 A
Orgánico Intensivo	12,1 b	16,2 Ab
Medio Convencional	11,6 b	15,5 B
Bajo Orgánico	11,5 b	15,3 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

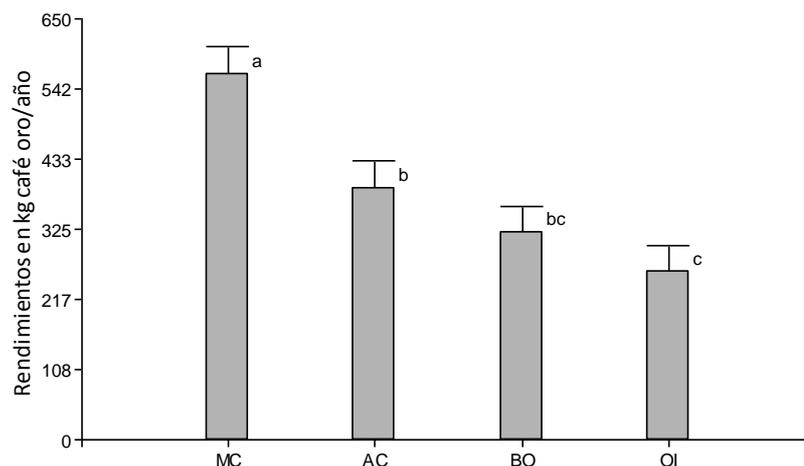
Al realizar el análisis del efecto de los sistemas agroforestales en la variable rendimientos muestra diferencias estadísticas ($p < 0,0458$); se observa que el sistema Frutal (guaba) presenta la mejor respuestas en el rendimiento (474,87 kg. café oro/ha.) seguidos del sistema servicio (425,93 kg. café oro/ha), siendo igual estadísticamente (Figura 1).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 1. Peso de café oro en kg/ha/año, de acuerdo a los sistemas agroforestales en ensayo SAF café.

Al comparar los diferentes niveles de manejo, en la variable rendimientos muestra diferencias estadísticas ($p < 0,0001$) se observa que el mayor rendimientos lo ha obtenido el manejo medio convencional (564,93 café oro/ha.); mientras que los menores rendimientos lo presentan el manejo orgánico intensivo (259,43/kg. café oro/ha.) (Figura 2).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 2. Peso de café oro en kg/ha, de acuerdo de a los niveles de manejos en ensayo SAF cacao.

Conclusiones:

- Los sistemas agroforestales no muestran efectos sobre las poblaciones del taladrador de la ramilla y la broca del café.
- El manejo alto convencional favorece la infestación de broca, mientras que el manejo bajo orgánico favorece una menor infestación del taladrador de la ramilla y la broca.

Recomendaciones:

- Seguir con las aplicaciones de forma eficiente para que los factores en estudio muestren mayor efecto.
- Realizar estudios para conocer la dinámica y el ciclo de vida del taladrador de la ramilla y broca del café.

Bibliografía

- Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2016. Precios del Café en Nueva York. ANACAFE. Guatemala. Consultado el 05 de abril 2016, (en línea). Disponible en: www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Especial:GraficaDePreciosDelCafe
- Avelino, J.; Muller, R.; Cilas, C.; Velasco Pascual, H. 1991. Développement et comportement de la rouille orangée du caféier (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) dans des plantations en cours de modernisation, plantées de variétés naines, dans le sud-est du Mexique. *Café, Cacao, Thé* (1): 21-42.
- Barrance, A.; Beer, J.; Boshier, DH.; Chamberlain, J.; Cordero, J.; Detlefsen, G.; Finegan, B.; Galloway, G.; Gómez, M.; Gordon, J.; Hands, M.; Hellin, J.; Hughes, C.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Leakey, R.; Mesen, F.; Montero, M.; Rivas, C.; Somarriba, E.; Stewart, J.; Pennington, T. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica, OFI/CATIE/FRP. 1079 p.
- Barrera, J. F. 2008. Coffee pests and their management. *In*. 2008. Encyclopedia of Entomology. Springer. p. 961-998.
- Beer, J.; Harvey, C.A.; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarriba, E.; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 10 (37):80- 87.
- Consejo Cafetalero Nacional (Cofenac). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo, EC. Cofenac. 65 p.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. S. 2da Ed. San José. IICA. 216 p.

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversión (PRO ECUADOR). 2013. Análisis sectorial de café. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones.

Loor R., Casanova T., Plaza. L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación miscelánea No. 433.1ª ed. INIAP-EETP, Mocahe, Ecuador. 103 p.

Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea N° 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.

Muschler, R. 2004. Shade Management and its Effect on Coffee Growth and Quality. In J, Wintgens. Eds. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. 39 p.

Pye-Smith C. 2008. Farming Trees, Banishing Hunger. How an Agroforestry programme is helping smallholders in Malawi to grow more food and improve their livelihoods. Nairobi: World Agroforestry Centre. 68p. Consultado 5 de abril 2016, (en línea). Disponible en <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/RP15815.pdf>

PRO ECUADOR. Ecuador. Consultado el 05 de abril 2016, (en línea). Disponible en: www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/05/PROEC_AS2013_CAFE.pdf

.

Sotomayor, I.; Duicela, L. 1995. Inventario Tecnológico del Cultivo de Café. Quevedo, Ec. INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 106 p.

Vásquez, A. 2014. Valoración comparativa de la macrofauna de lombrices en sistemas agroforestales de café orgánico y convencional en contraste con cultivos en pleno sol y bosque, durante la época lluviosa y seca en Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 99 p.

Young. A. 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB International-ICRAF. 318 p.

Wood, S. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph [pp. 159–167] Brigham Young University. Provo, Utah, United States of North America.

11.3. Actividad 3. Título: “Evaluación de Tecnologías en Sistemas Agroforestales para la Producción de Pitahaya en el Cantón Palora”.

Antecedentes

El lugar de origen de la Pitahaya es América tropical, de allí se ha distribuido a sureste asiático, Europa, Estados Unidos de América e Israel, como cultivo comercial (Del Ángel et al. 2012). Los mismos autores manifiestan que existen 10000 hectáreas de plantaciones de pitahaya especializadas en el mundo, en sistemas de producción tradicionales, semitecnificados y tecnificados, distribuidos en la Florida, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguay, Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Tailandia, Indonesia y Vietnan. Ecuador y Nicaragua son los principales productores de *H. undatus* en América Latina y Colombia de la variedad pitahaya amarilla (*Selenicereus* sp.).

En Ecuador de acuerdo con los datos del último Censo Agropecuario realizado por el INEC en el año 2000, el total de la superficie sembrada exclusivamente con Pitahaya fue de 165,5 ha, mientras que la superficie cosechada alcanzó las 110 hectáreas. En cuanto a la distribución geográfica de los cultivos, éstos se localizaron principalmente en las provincias de Pichincha con el 76.8%, Morona Santiago con 11.47%, Guayas con 4.9% y Bolívar con 3.9%. Según Asopitahaya del Ecuador, cada hectárea produce 4.000 kg de pitahaya por ciclo, dando una producción de 300 toneladas con una

variación del 20% debido al factor climático, también manifiesta que se requiere una inversión de USD 25 000/ha. para el riego de fertilizantes y abonos. La pitahaya amarilla se encuentra en el Noroccidente de Pichincha, Imbabura y en la región sur de la Amazonía. Mientras la pitahaya roja se encuentra cultivada en la provincia del Guayas (Pozo 2011).

Este cultivo no se ve exento del daño de diversas patologías fúngicas, diferentes autores citan a los microorganismos como: *Fusarium oxysporum*, *Fusicoccum* sp., *Dothiorella* sp., *Curvularia lunata*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Phytophthora* sp. y *Alternaria* sp. (Awang et al. 2010, Rodríguez 2000, Vilaplana 2016) su presencia y daños causan una merma en la producción con pérdidas económicas de hasta el 44 % (Botín et al., 2004); aunque las evidencias citadas se tratan de patógenos encontrados en las vainas y fruta de pitahaya. A más del grupo de patógenos asociados a la pitahaya algunos autores, sostienen que uno principales problemas asociados a la destrucción radicular son los nematodos; aunque presumen hipotéticamente que hongos del genero *fusarium* podrían estar ocasionando daños a las raíces producto de las heridas ocasionadas por los nematodos (Araujo and Medina 2008; Castaño et al. 1991; Guzmán et al. 2011).

Debido a estas problemáticas en el cultivo de pitahaya en los años 90, países como Colombia, Nicaragua y México han realizado diferentes estudios sobre la protección del cultivo (Valencia-Botín, Kokubu, & Ortíz-Hernández, 2013). En el Ecuador se posee muy poca información de las plagas presentes en el cultivo de pitahaya, este desconocimiento está llevando a un mal control y al aumento de costos de producción, sin enfatizar la contaminación ambiental que conlleva las aplicaciones químicas desmedidas para paliar el daño causado por estas.

Sarango (2007), que menciona, que en la combinación del sistema agroforestal de las especies industriales *Piper nigrum* y *Cereus triangularis* con las especies leñosas *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana*, se incrementaron los contenidos promedios de materia orgánica (23,6 %), de nitrógeno (27,6%) y de potasio (118,4 %), por efecto de la biomasa agregada al suelo de las dos especies arbóreas. En este SAF en el primer año se obtuvo una producción promedia de biomasa de *Gliricidia sepium* de 1 600,29 kg/ha/año, superior en 3,1 veces a la *Erythrina poeppigiana* que obtuvo una producción de 510,40 kg/ha/año.

Objetivo

- Evaluar el efecto de los sistemas agroforestales sobre variables sanitarias en el cultivo de pitahaya.
- Evaluar el efecto de los sistemas de conducción sobre variables sanitarias en el cultivo de pitahaya.

Metodología

El estudio se realizara Provincia Morona Santiago, cantón Palora, la cual presenta una temperatura promedio 22.5 °C, una precipitación media anual 3500 mm, humedad relativa promedio de 82, de topografía plano (< 5%) y textura de suelo franco. El estudio dos sobre el efecto de tutores vivos en la finca “PitaCastro” del agricultor-investigador Ciro Castro, en la parroquia el Oro de la Joya de los Sachas

En el ensayo el factor en estudio lo conforma el sistemas agroforestales, porotillo (*Erythrina spp*), *Gliricidia sp.* y pleno sol. Se emplearán un diseño de bloques completamente aleatorizado, con tres repeticiones en ambos ensayos. El análisis estadístico de los datos se analiza con medias empleando tablas dinámicas. Se evalúa los síntomas de nematodos, incidencia de bacteriosis, número de ramas con la presencia de la enfermedad sarna en brotes tiernos, para lo cual se contabilizará el total de ramas de nueve plantas, esta evaluación se realiza cada dos meses.

El factor en estudio nos genera tres tratamientos en el ensayo 1, los que se describen en la Tabla 7.

Tabla 7. Tratamientos del estudio de SAF en pitahaya en Palora

Tratamientos	Combinación
T1	<i>Erythrina sp</i>
T2	<i>Gliricidia sp.</i>
T3	<i>Pleno sol</i>

En el ensayo 2, el factor en estudio nos genera tres tratamientos, los que se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos del estudio de SAF en pitahaya en Palora

Tratamientos	Combinación
T1	Pitahaya roja + hobo
T2	Pitahaya roja + erythrina
T3	Pitahaya roja + tutor cemento
T4	Pitahaya amarilla + hobo
T5	Pitahaya amarilla + erythrina

Resultados preliminares

En el ensayo 1, al medir el efecto de los sistemas agroforestales, se evidencia que el sistema con *Erythrina* presenta la menor incidencia de sarna sobre brotes nuevos y es mayor en los sistemas en mayor y pleno sol y *Gliricidia* (figura 3).

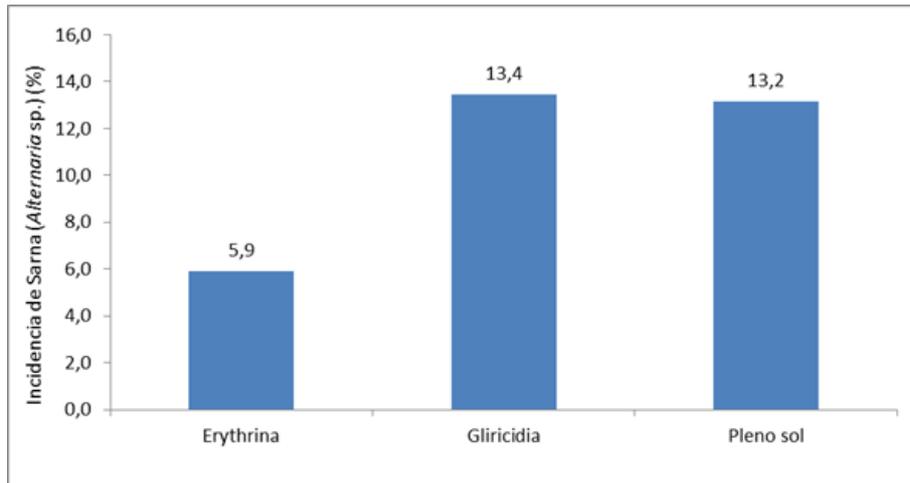


Figura 3. Incidencia de sarna en brotes tiernos en tres sistemas agroforestales de pitahaya en Palora GEP.

En el ensayo 2, se observa que la mayor incidencia de sarna la presenta el tratamiento dos conformado por pitahaya roja + erythrina; mientras que la menor incidencia la presenta el tratamiento uno, pitahaya roja con hobo (figura 4).

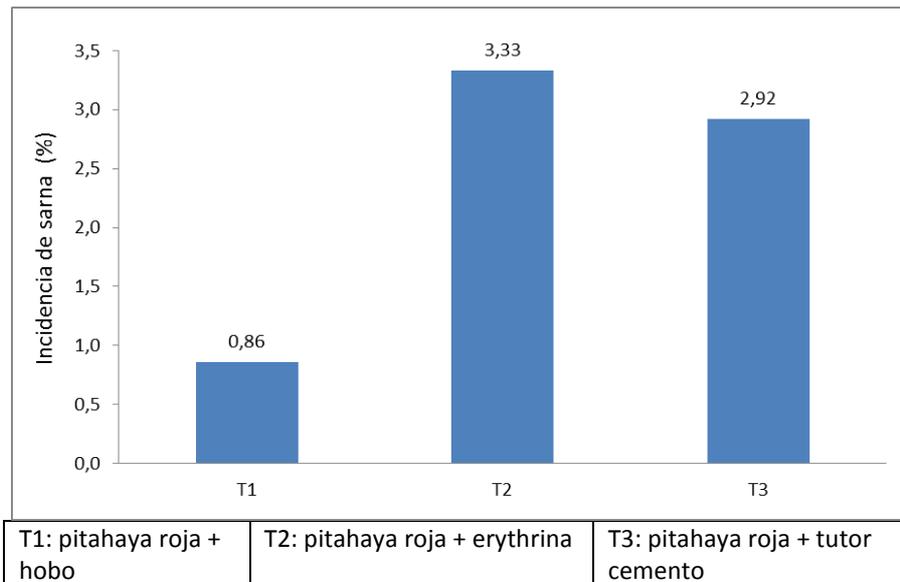


Figura 4. Incidencia de sarna en brotes tiernos pitahaya roja ensayo de tutores vivos Ciro Castro.

En el caso de la incidencia de sarna en la pitahaya amarilla, el mayor porcentaje lo presenta con el tutor hobo con relación a Erythrina (figura 5). Estos valores son muy bajos para que la enfermedad genere un daño sobre el umbral económico

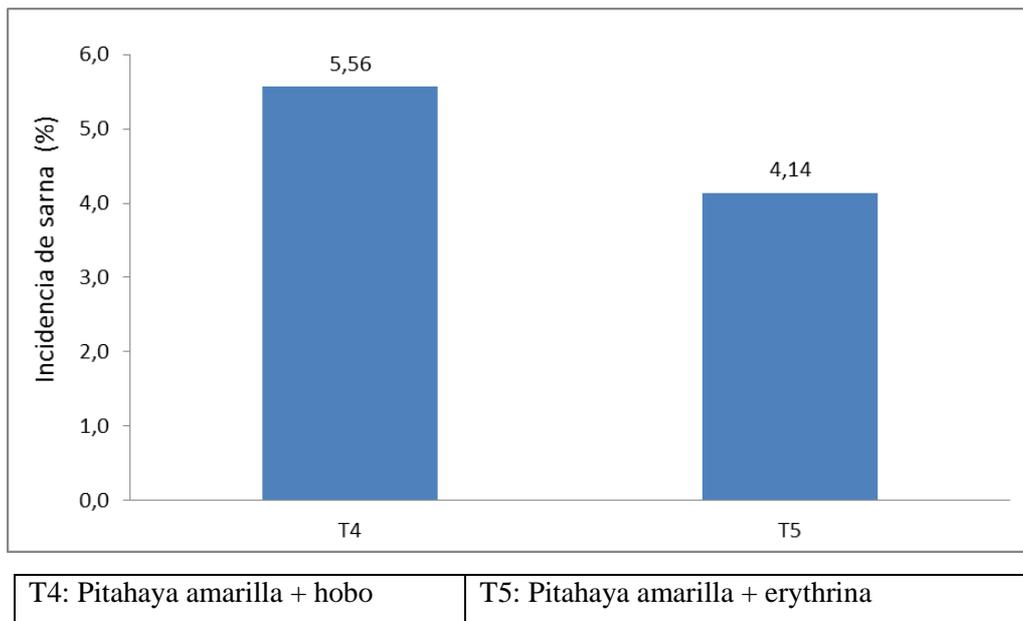


Figura 5. Incidencia de sarna en brotes tiernos pitahaya amarilla, ensayo de tutores vivos Ciro Castro.

Conclusiones:

- La sombra por su condición detiene el rocío del agua que desciende en forma de vapor especialmente en horas de la noche, tiende a desfavorecer el desarrollo de la enfermedad denominada sarna.

Recomendaciones:

- Se recomienda realizar estudios para determinar la interacción entre *Alternaria* sp. y el Acaro presentes en las pencas.
- Realizar estudios para establecer niveles de interacciones entre nematodos fitoparasitos y *Fusarium* spp sobre el daño a raíces de pitahaya.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Awang, Y., Ghani, M. A. A., & Sijam, K. (2010). Effects of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Monilinia fructicola* on quality of red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Acta Horticulturae*, (880), 431–437.

- Banco Central del Ecuador. (2012). Comercio exterior - bce. Retrieved from http://www.portal.bce.fin.ec/%0Avto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jspi
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- MAG. (2019). MAG apoya la búsqueda de nuevos mercados para la pitahaya de Palora. Retrieved from <https://www.agricultura.gob.ec/mag-apoya-la-busqueda-de-nuevos-mercados-para-la-pitahaya-de-palora/>
- Montiel González, L., González Flores, F., Sánchez García, B. M., Guzmán Rivera, S., Gámez Vázquez, F. P., Acosta Gallegos, J. A., ... Mendoza Elos, M. (2005). Especies de *Fusarium* presentes en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con daños de pudrición, en cinco estados del centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(1).
- Patel, J. S., & Zhang, S. (2017). First Report of *Alternaria* Blight of Pitahaya (*Hylocereus undatus*) Caused by *Alternaria* sp. in South Florida of the United States. *Plant Disease*, 101(6), 1046.
- Rodríguez, C. A. (2000). Producción y comercialización de pitahayas en México. *Claridades Agropecuarias*, 82, 44.
- Valencia-Botín, A. J., Kokubu, H., & Ortíz-Hernández, Y. D. (2013). A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. *Australasian Plant Pathology*, 42(4), 437–440.
- Valencia Botín, A. J., Sandoval Islas, J. S., Cárdenas Soriano, E., Michailides, T. J., & Rendón Sánchez, G. (2004). A New Stem Spot Disease of Pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose] caused by Fusicoccum-like anamorph of *Botryosphaeria dothidea* (Moug.: Fr.) Ces. and De Not. in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1).
- Vilaplana Ventura, M. R. (2016). Aislamiento, identificación y evaluación de los hongos más agresivos aislados de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el periodo poscosecha.

11.4. Actividad 4. Título: Mejoramiento de la producción de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en la región Amazónica del Ecuador a través de fertirrigación.

Antecedentes

A nivel nacional en el año 2012 se registró una superficie cosechada de cacao de alrededor de 430 mil ha, con una producción media de 0.3 t/ha (ESPAC, 2013) lo que de acuerdo al Banco Central, representó el 1.78% del PIB del país, por lo tanto el cacao representa uno de los principales cultivos de la economía ecuatoriana. La Amazonía representa alrededor del 40% de la superficie del Ecuador donde el cacao es uno de los principales cultivos, cumpliendo un rol principal no solo en la economía de esta región, sino fundamentalmente en el desarrollo social de la misma. Según los datos presentados por la ESPAC (2013), las plantaciones de cacao en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) son de alrededor de 65 574 ha, representando el 64.3% de los cultivos permanentes en la región y junto con las plantaciones de plátanos, caña de azúcar, café y palma africana, el cacao está considerado como un cultivo que garantiza ingresos de forma constante para las familias productoras y al mismo tiempo, por sus características de cobertura permanente, es apropiado para establecer sistemas agroforestales compatibles con las condiciones ambientales de la Amazonía, reduciendo de forma significativa el impacto ambiental. La mayoría de las plantaciones de la región pertenecen a pequeños y medios agricultores que desarrollan este cultivo bajo técnicas básicas de cultivo y como consecuencias con rendimientos muy bajos y no consistentes (alta alternancia en la productividad) lo que evita un desarrollo socio económico apropiado de este grupo humano en la región.

Según las características climáticas de la RAE, se considera como una región óptima para la producción de cacao. Las temperaturas promedio de esta región se registran entre 23.4 y 25.4 oC, con precipitaciones anuales de entre 1 900 a 6 200 mm. Según los datos presentados en el "Análisis Reflexivo Sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana" (2012) respecto de los balances hídricos de la región, se puede apreciar que no existe déficit hídrico en ningún periodo del año cuando el análisis se realiza a nivel mensual, pero en sistemas de producción agropecuarios la importancia del "déficit hídrico" debe ser considerada a una escala de tiempo mucho más reducida como en horas de "déficit hídrico" por día. Según este mismo informe los suelos de la RAE están definidos principalmente como suelos del orden "Inceptisoles" que tiene el carácter de poco asequibles para cultivos, por ser suelos recientes, lo que significa que en los sistemas agrícolas en general y en las plantaciones de cacao de la RAE en particular, se observa un estrés nutricional importante en las plantas lo cual conlleva a bajas producciones, alternancia en la producción y mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades.

La potencial biomasa anual (por arriba del suelo) producida por el árbol de cacao fue estimada por Corley (1983) en 56 t/ha; asumiendo que el índice de cosecha es de 0.20 (posiblemente una sobrestimación), la máxima cosecha de semilla estaría alrededor de las 11 t/ha; este valor es significativamente más alto de la mejor producción registrada de 4.4 t/ha (sin sombra) y la mejor producción comercial de 1.5-2.5 t/ha (Carr y Lockwoods, 2011). La producción de cacao por hectárea en el Ecuador y en la RAE en particular en promedio son de entre 0.3 - 0.5 t/ha, valores que se encuentran muy por debajo de los valores anteriormente sugeridos, principalmente en relación al Cacao Nacional Fino de Aroma. Los factores considerados como limitantes y causantes de la productividad son: agua, nutrientes, plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, principalmente.

Tomando en cuenta la aparente sensibilidad del árbol de cacao a condiciones de sequía, inclusive temporal, sorprendentemente hay escasos reportes científicos sobre experimentos de irrigación (Carr and Lockwoods, 2011). En general, los estudios sobre la respuesta del cacao a la falta de agua fueron realizados principalmente en plantas juveniles y bajo condiciones ambientales controladas (Rada, et al., 2005). En Costa de Marfil, Jadin y Jacquemart (1978), compararon la influencia de dos métodos diferentes de irrigación (por aspersores y por goteo) con control no irrigado sobre la producción de cacao joven por el periodo de dos años. El riego, principalmente por goteo, aceleró el crecimiento de las plantas, incrementó el número de flores e incrementó la producción, pero no tuvo ningún efecto en la periodicidad del ciclo de crecimiento. Huan et al. (1986), reportó un aumento en la producción de semilla seca de 60 y 28% en el primer y segundo año de experimento respectivamente, como consecuencia de la aplicación suplementaria de agua por riego por goteo en Malasia, también se observó un incremento en el número de frutos y en el peso de la semilla. En la zona norte del Estado de Queensland, Australia, con irrigación suplementaria la

producción de semilla seca fue de entre 1.5 y 2.7 t/ha en plántones jóvenes (Diczbalis et al., 2010).

El presente estado de conocimiento sobre el efecto de fertilización en general y de fertirrigación en particular en la producción de cacao es extremadamente limitado, no solo en el Ecuador sino a nivel mundial. La mayoría de los experimentos reportados en publicaciones científicas hacen referencia a la aplicación de fertilizantes (principalmente nitrógeno en forma de urea) de forma granular y de forma irregular (no constante) durante los periodos de lluvia principalmente (Asomaning et al., 1971; Lainez 1972; Ahenkorah et al., 1987). La mayoría de estos reportes están en relación a la producción de cacao principalmente en el continente Africano, sin embargo, Bentley et al. (2004) reporta en su informe "Neighbor trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador" que las variedades tradicionales de cacao son en general sin riego, pocos son los agricultores que fertilizan el cacao y en el caso de hacerlo lo realizan en forma granular, principalmente con urea; aquellos que aplican dosis más importante de fertilizantes son los agricultores que trabajan principalmente con el clon CCN51.

Objetivo:

- Estudiar el efecto de la fertirrigación sobre la incidencia de moniliasis y rendimientos de cacao en la Amazonía.

Metodología

Se realizará un experimento en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 msnm, con 0°21'32" de latitud Sur y 76°52'40" de longitud Occidental. Se evalúan ocho tratamientos, en el mismo que se determinarán diferentes variables de respuesta agronómica, morfológica, de calidad y económica. El proyecto requiere una primera fase de tres años para el establecimiento y evaluación del potencial productivo en las primeras cosechas a nivel de estación experimental y requiere continuidad en una segunda fase, considerando que el cacao es un cultivo perenne y alcanza la estabilidad productiva a los 5 años de haber sido sembrado, donde claramente se identificarán los mejores tratamientos para ser establecidos, evaluados y recomendados a nivel de productor. El factor que se estudia en la presente investigación corresponde a niveles de fertilización. Las plantas están sembradas a 4 x 4 metros, densidad poblacional de 625 plantas por hectárea, área total de cada parcela experimental de 144 m², número de árboles por UE 16, número de árboles de cacao por parcelas útil 4, número de unidades experimentales 40, área total del ensayo 5 760 m².

Los tratamientos en estudios se describen a continuación:

1. Control (sin riego y sin fertilizante; sin enclado).

2. Control II (con riego y sin fertilizante) + encalado.
3. Fertirrigación I (N-P-K + microelementos) 20 ppm (hasta 200 kg N/ha/año) + encalado.
4. Fertirrigación II (N-P-K + microelementos) 10 ppm (hasta 100 kg N/ha/año) + encalado.
5. Fertirrigación III (N-P-K + microelementos) 40 ppm (hasta 400 kg N/ha/año) + encalado.
6. Fertilización granular "slow release" + encalado.
7. Encalado (sin riego y sin fertilizante).
8. Fertilización química recomendada por manejo integrado.

Se empleará un diseño de bloques completo al azar con cinco repeticiones, Los datos se analizarán con el programa estadístico InfoStat, empleando modelos lineales generales y mixtos, (Di Rienzo *et al.* 2008).

Se evaluará las siguientes variables:

Número de mazorcas sanas, en las cuatro plantas de la parcela útil, se contarán mensualmente el número de mazorcas que no presentan síntoma alguno de enfermedad.

Número de mazorcas enfermas por monilia (*Moniliophthora roreri*), se contarán mensualmente el número de mazorcas con síntomas de enfermedad, tales como: gibas, maduración prematura, puntos claros, mancha chocolate y/o esporulación blanca (Phillips-Mora y Cerda 2010).

Porcentaje de mazorcas enfermas (monilia), es el resultado de la relación entre mazorcas sanas y enfermas, como se indica en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ME} = (n/N) \times 100$$

Dónde: % ME = porcentaje de mazorcas enfermas, n = número de frutos enfermos y N: número total de frutos.

Producción en kg, se determinará pesando las almendras maduras que serán cosechados durante el período de evaluación de las 9 plantas seleccionadas en la parcela útil.

Resultados

Al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$ se observa los tratamientos mostraron diferencias significativas ($p < 0,0300$) para la variable incidencia de monilia. La incidencia más alta (82.85%) la presentó el tratamientos tres (Fertirrigación I (N-P-K + microelementos) 20 ppm (hasta 200 kg N/ha/año) + encalado), seguidos del tratamiento ocho (Fertilización química recomendada por manejo integrado) (38,13%). La incidencia más baja la obtuvo el tratamiento dos (24,94%) (Control II (con riego y sin fertilizante) + encalado) (Figura 6).

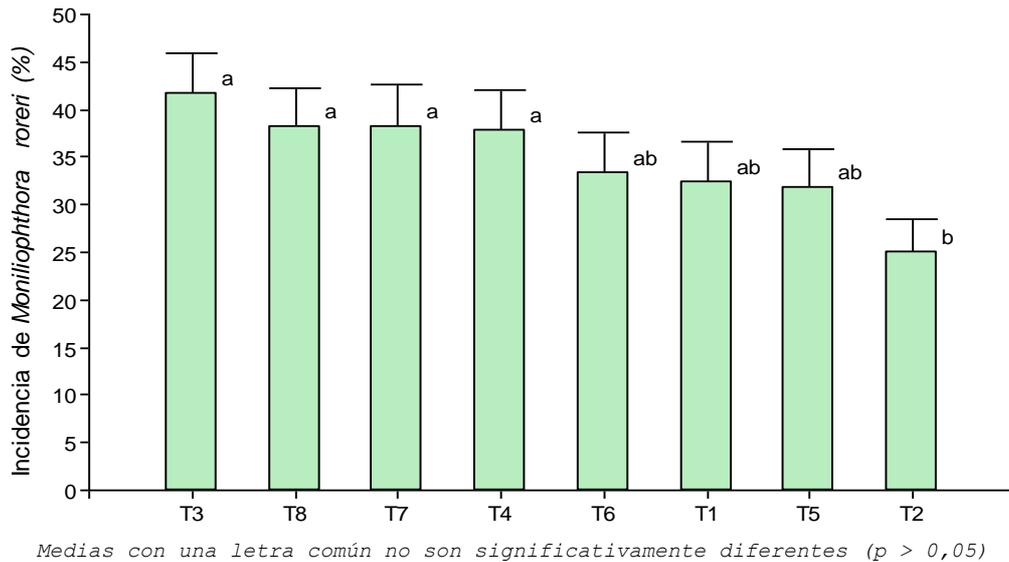


Figura 6. Incidencia de monilia (*M. roreri*) de acuerdo a los tratamientos en el ensayo de fertirrigación.

Al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$ se observa que los tratamientos mostraron diferencias estadística para la variable rendimientos; siendo mayores los rendimientos tratamiento ocho (Fertilización química recomendada por manejo integrado) (1304,88) siendo diferentes al tratamientos cinco (Fertirrigación III (N-P-K + microelementos) 40 ppm (hasta 400 kg N/ha/año) + encalado) (Figura 7).

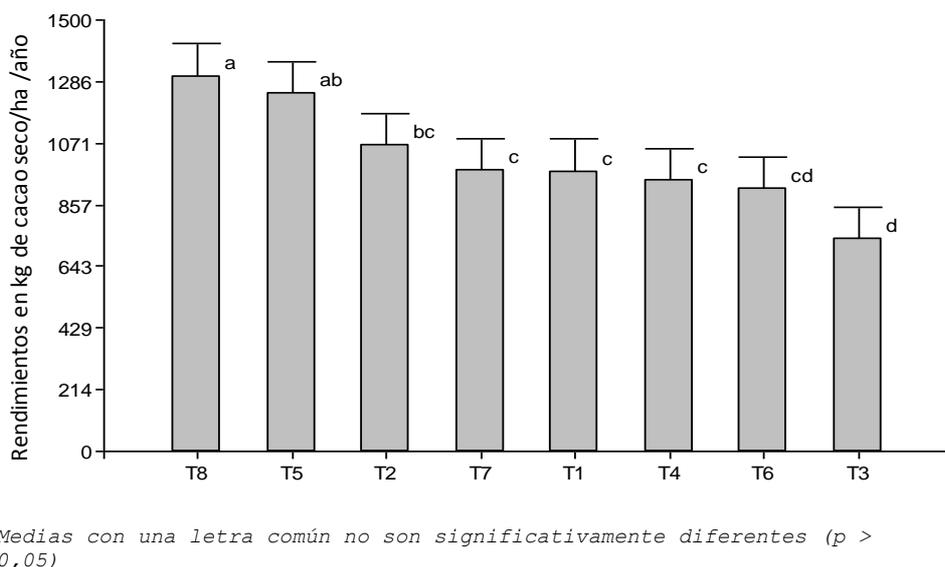


Figura 7. Rendimientos en kg cacao seco/ha/año de acuerdo a los tratamientos en el ensayo de fertirrigación.

Conclusiones:

- Los tratamientos en estudio si muestran efectos sobre la incidencia de monilia siendo el tratamiento dos (control) el que presenta menos incidencia.
- Los tratamientos recomendados por el INIAP y el tratamiento cinco obtienen mayores rendimientos en relación a los demás tratamientos.

Recomendaciones:

- Observar variables químicas de suelo para determinar el efecto negativo al realizar una fertirrigación.

Bibliografía

Ahenkorah, Y., Halm, B J., Appiah, M.R., Akrofi, G.S., and Yirenskyi, JEK. (1987). Twenty Years' Results from a Shade and Fertilizer Trial on Amazon Cocoa (*Theobroma cacao*) in Ghana. *Experimental Agriculture*. 23: 31-39.

Asomaning, EJA., Kwakwa, RS., and Hutcheon, WV. (1971). Physiological studies on an Amazon shade and fertilizer trial at the Cocoa Research Institute, Ghana. *Ghana Journal of Agricultural Science (Ghana)*. 4(1): 47-64.

Bentley, JW., Boa, E., and Stonehouse, J. (2004). Neighbor trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador. *Human Ecology*. 32 (2) 241-270.

Carr, MKV., and Lockwood, G. (2011). The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): a Review. *Expl. Agric.* 47 (4): 653-676.

Corley, RHV. (1983). Potential productivity of tropical perennial crops. *Experimental Agriculture*. 19: 217-237.

Diczbalis, AJ., Lemin, C., Richards, N., and Wicks, C. (2010). Producing cocoa in Northern Australia. Australian Government, Rural Industries Research and Development Corporation Report 09/092.

ESPAC, 2009. Censo Nacional Agropecuario. <http://tramitesecuador.com/category/Instituto-nacional-de-estadisticas-y-censos-inec/>

ESPAC, 2013. Censo Nacional Agropecuario. <http://tramitesecuador.com/category/Instituto-nacional-de-estadisticas-y-censos-inec/>

Hardy, F. 1970. *Edafología Tropical*. México. 416 pp.

- Huan, LK., Yee, HC., and Wood, BJ. (1986). Irrigation of Cocoa on coastal soils in Peninsular Malaysia. In *Cocoa and Coconuts: Progress and Outlook*, Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters, 117-132.
- Jadin P., Jacquemart, J-P. 1978. Effet de l'irrigation sur la précocité des jeunes cacaoyers. *Café Cacao Thé* 22:31-35
- INIAP. 2011. Informe Anual. Estación Experimental Central de la Amazonía. INIAP. Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador.
- Lainez CJ., (1972). Fertilización química de café y cacao en el Litoral ecuatoriano. *Boletín Técnico*. INIAP. 1972.11.
- Lal, R., Kimble, I., Levine, E., Steward B.A. (eds) 1995. *Soil and global change*. CRC & Lewis publishers, Boca Raton FL.
- Nieto, C; Caicedo, C. 2012. *Análisis Reflexivo del Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana*
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. 1991. 2ª ed. *World map of the status of human induced soil degradation: and explanatory note*. United Nation Environment Programme, Nairobi.
- Pico, R., Calderón D., Fernández F., Díaz. A. 2012. *Guía del Manejo Integrado de Enfermedades del Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) en la Amazonía*. INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía. Joya de los Sachas, Ecuador. 19 pp.
- Rada, F., Jaimez, RE., Garcia-Nuñez, C., Azócar, A. and Ramirez, ME. (2005). Water relation and gas Exchange in *Theobroma cacao* var. Guasare under periods of wáter déficit. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 22: 105-112.
- Uribe A., Méndez H., Mantilla. 1998 Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. *Revista Suelos Ecuatoriales*. 28:31-36

11.5. Actividad 5. Evaluación De La Dispersión De Esporas De *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) En El Cultivo De Cacao (*Theobroma cacao* L.) En La Joya De Los Sachas

Antecedentes

En Ecuador, la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) se considera como el mayor problema que causa pérdidas superiores al 60% en la producción de cacao, bajos rendimientos que hacen no rentable al cultivo (Enríquez 2004; Brenes 1983). La dispersión de moniliasis es un proceso esencial para el desarrollo de la epidemia. Los patógenos se dispersan por varias formas, algunos producen propágulos que se desplazan activamente en el agua, pueden dispersarse a través del crecimiento tálico, otros de forma más activa por medio de esporas, a través del efecto del viento, la lluvia, y el hombre. Algunos se desplazan pasivamente a través de vectores que pueden ser humanos, animales, insectos o prácticas agronómicas como el riego.

Las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26°C favorecen la liberación y dispersión de los conidios; las lluvias frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de los conidios. La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22°C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque et al., 2005, IICA 2006).

La dispersión de *M. roreri* es una de las fases importante en ciclo de vida del hongo la cual determina el grado de afectación de las mazorcas. Conocer la dinámica de dispersión y su relación con los factores meteorológicos, permitirá implementar sistemas que desfavorezcan su llegada a las mazorcas. Se conoce que mayor cantidad de esporas se encuentra suspendida por debajo de la copa del cacao en horas de la noche que en el día (Leandro 2011; Aylor 1990; Meléndez 1993). En éste contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar la dinámica de dispersión de esporas de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su relación con los factores meteorológicos.

Metodología

La presente investigación se realizó en INIAP en la Estación Experimental Central de la Amazonía, en una parcela de cacao que se aplica manejo integrado (MIC). El ensayo está sembrado con materiales clonales tipo Nacional de tres años. Se han analizado datos de junio 2019 a febrero 2020. Para la captura de conidios aerovagantes, se empleó un capturador tipo Hirst, modelo Burkard, que funciona mediante succión y atrapa esporas suspendidas en el aire, impregnándolas en una cinta adherente fijada a un tambor que gira en función a las manecillas del reloj. Para cada muestreo se prepararon los dispositivos en la cámara de flujo laminar con el fin de evitar contaminación. La trampa se instaló en el centro de la parcela, quedando su ranura a 1.60 m de altura. Se realizaron tres observaciones continuas de captura de

esporas en periodos de siete días entre los meses de junio y julio; lo cual permitió una lectura de 1795 campos de conteos (cada observación del objetivo 40X) por cada banda (24 horas), representando 27 440 campos observados cada siete días. Para la lectura después del desmontaje de las trampas, se tomó la cinta de captura y se ubicó sobre una regla milimétrica, que sirvió para realizar siete cortes de 48 mm de largo, denominados bandas, donde cada banda representó 24 horas de registro. Cada banda fue colocada en un porta objeto y con el uso del microscopio objetivo de 40X se identificaron las esporas basados en sus características morfológicas: conidios globosas, subglobosas, elípticas (Suárez 2006, Barnett y Hunter 1998). Se cuantificó el número de esporas por cada hora leyendo un área de 28 mm² (14 x 2 mm). Se estimó la cantidad de esporas por hora/m³ de aire. También se registraron variables climáticas como la pluviometría, en la Estación climática del INIAP-INAMHI, temperatura, ráfagas de viento y humedad relativa en una microestación climática, instalada en la misma parcela; la misma que consta de un Data Logger, un sensor mixto que mide temperatura y humedad relativa, un anemómetro para medir las ráfagas de viento. El Data Logger fue programado para realizar una lectura cada 30 segundos y registrar un promedio cada 15 minutos. Los datos fueron analizados con herramientas de estadística paramétrica para una descripción del comportamiento usando medidas de tendencia central.

Resultados

Se han realizado monitoreos de la dispersión de *Moniliophthora roreri*, para lo cual se emplea capturador de esporas tipo Burkard. En cada muestreo se ha realizado el corte de cuatro bandas de 48 mm de longitud que registran capturas de esporas de 24 horas. Se ha determinado que las esporas subglobosas se encuentran en mayor cantidad, seguidas de las esporas globosas y las elípticas en menor cantidad (tabla 9).

Tabla 9. Porcentajes de esporas de *M. roreri*,

Forma microscópica	Porcentaje
Glubosas	27,1
Subglobosas	68,5
Elipticas	4,4

Al realizar el análisis de la dispersión según las horas, se observa que la mayor cantidad de esporas de *M roreri* son capturadas en horas tarde noche (16:00 a 22:00 horas) y la menor cantidad entre las 4:00 a 7:00 horas (Figura 8).

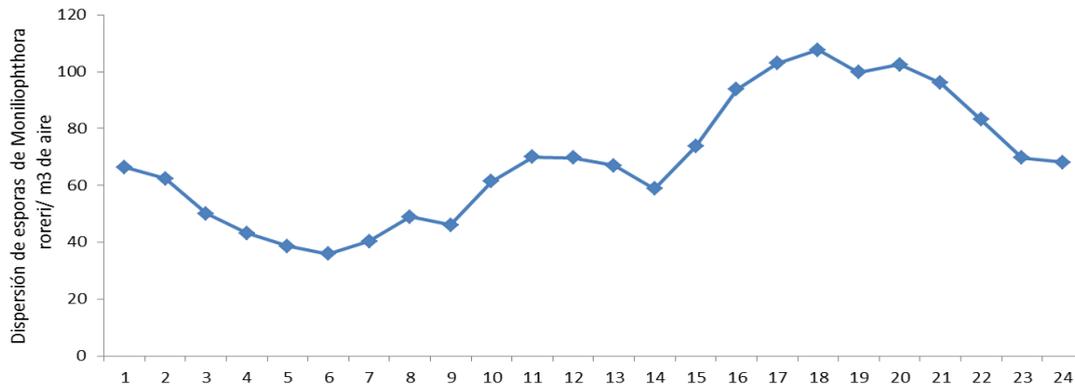


Figura 8. Dispersión de esporas *M. rozeri* en m³ de aire/hora, estudio de dispersión

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrios, G. 1998. Fitopatología. Enfermedades ocasionadas por Basidiomycetes. 2a ed México, DF (México), Limusa. p 413 - 437.
- Albuquerque, P.S.B.; Bastos, C.N.; Luz, E.D.; Silva, S.D. 2005. Doenças do cacauero (*Theobroma cacao*). In: Kimati H.; Amorim L.; Rezende J.A.; (eds) Man. Fitopatol., 4ta ed. Livroceres, Piracicaba, Brasil. p. 151 – 163
- Aylor, D. E. 1990. The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. Annual Reviews. Phytopathology. 28: 73-92.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).
- Brenes, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia rozeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. Tesis MSc. URC-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual
- Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora rozeri* (Cif & Par). Evans *et al.* bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 81 p.
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Amer Phytopathological Society (ed.). s.l., American Phytopathological Society (APS Press). 240 p.

11.6 Actividad 6. Control biológico de garrapata (*Rhipicephalus microplus*) con el uso de hongos entomopatógenos

2. Antecedentes

En el Ecuador la población bovina asciende a 4.057.000 cabezas de ganado vacuno, del cual la mayor existencia se encuentra Costa con el 42,4%, la Sierra 48,4 y la Amazonía el 9,1%. En la amazonia el 9,1% representa 371.123 animales bovinos, siendo la provincia de Morona Santiago que posee un mayor número con 125.468 reses lo que representa el 33.81% del total en la Amazonia (INEC, 2018).

La Amazonía, se caracteriza por presentar condiciones apropiadas para el crecimiento virulento de plagas y enfermedades en los sistemas de agroproductivos; siendo las plagas uno de los principales problemas y su manejo en muchos de los casos de torna complejo (Nieto & Caicedo, 2012). En la mayoría de las áreas de explotación ganadera la infestación de garrapatas constituye uno de los principales problemas que repercuten directamente en los costos de producción (Botello *et al.*, 2011). Los animales son afectados principales con el deterioro de la piel, infecciones, enfermedades agudas y crónicas que incluso pueden llevar a la muerte del animal. Los especímenes de garrapata puede transmitir parásitos protozoarios como: *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* que causan la babesiosis y *Anaplasma marginale* causante de anaplasmosis (Barandika Iza, 2010).

El empleo de agentes microbianos, como control biológico, es reportado como Una opción eficaz frente al uso de fungicidas químicos para el control de enfermedades (Sivila, 2013).

Objetivo

- El objetivo de este trabajo consiste en determinar el efecto de cepas de entomopatógenos *Beauveria bassiana* sobre especímenes de garrapatas.

Metodología

La investigación se realiza en el laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 msnm, con 0°21'32" de latitud Sur y 76°52'40" de longitud Occidental, Las aplicaciones sobre los adultos de ganados vacuno se realiza en una finca ganadera de la zona cercanos a la Estación.

El aislado del hongo entomopatógenos se mantuvieron principalmente al 2% agar extracto de malta (MEA) a 25 ± 1 ° C (Ahmad, Moosa, y Rehman 2020). Los aislados fueron multiplicados en sustrato (arroz) y en medio líquido (PDA) en la cámara de flujo laminar (Agrios, 2005). Luego del proceso de multiplicación, se prepararon

suspensiones a una concentración de 1×10^9 esporas/mL ajustando la concentración con ayuda de la cámara de Neubauer. Las aplicaciones en campo se realizaron mediante una bomba de mochila manual, sobre unidades de ganado vacuno adultos y en desarrollo se realizaron los baños, dirigiendo los formulados sobre las poblaciones de garrapatas prendidas en el cuerpo del ganado. A los 7 días se evaluó número de garrapatas vivas y número de garrapatas secas. Con estos datos se estimó el porcentaje de garrapatas secas, que son garrapatas parásitas por el hongo.

Resultados

Al realizar las aplicaciones sobre ganado vacuno se observó una alta actividad biocontroladoras del hongo *Beauveria* sp. sobre los adultos de garrapatas. El control es mayor al aplicar el hongo en un sustrato líquido (92,04%) en relación al hacer la aplicación del hongo multiplicado en sustrato (72,0%) (Figura 9).

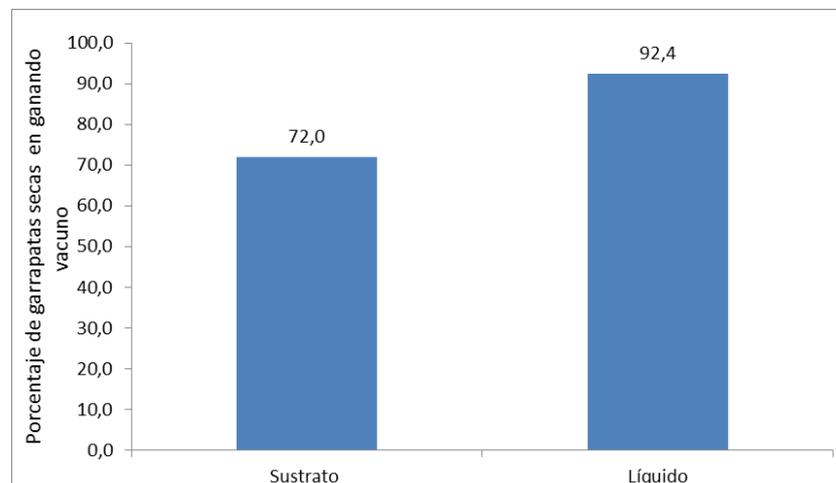


Figura 9. Porcentaje de garrapatas secas biocontroladas por *Beauveria* sp.

Conclusiones

- Los aislados de *Beauveria* spp. estudiadas en condiciones de campo logran controlar entre el 72 al 92% a los adultos de garrapatas sobre ganado vacuno.

Recomendación

- Realizar estudios para medir el efecto del control biológico en condiciones de potreros

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barandika Iza, J.F., 2010. Las garrapatas exófilas como vectores de agentes zoonóticos: estudio sobre la abundancia y actividad de las garrapatas en la vegetación, e investigación de la presencia de agentes patógenos en garrapatas y micromamíferos.

Botello A, Botello A, Borroto C, Suárez M, Pérez A, Rodríguez Y, et al. Control of Rhipicephalus (Boophilus) microplus ticks in bovine with the Herber biogar inmunógeno. RedVet. Málaga; 2011;12(5):1-10.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2018. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espacespac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf

Sivila, N. S. E. A. (2013). *Produccion artesanal de trichoderma* (1a ed.-). Argentina.

11.7. Actividad 7. “Evaluación in vitro de aislados de *Trichoderma* spp., obtenidas en plantaciones de pitahaya sobre el crecimiento de *Alternaria* sp.”

1. ANTECEDENTES

El cultivo de pitahaya a nivel mundial representa uno de los rubros de mucha importancia económica, debido a que la fruta es demandada por su aroma, sabor y propiedades nutricionales (Caetano, Otálvaro y Muñoz, 2010; Cañar, Caetano y Bonilla, 2014). En la Provincia de Morona Santiago, Palora existen cerca de 1528 hectáreas de cultivo de pitahaya con una producción de 7.6 t/ha (MAG, 2018; Vargas et al., 2018).

En Palora, la escasa información para el manejo de patógenos que afectan al cultivo de pitahaya, los productores han visto oportuno un excesivo uso de agroquímicos para disminuir los daños significativos que ocasiona la enfermedad con bajos niveles de manejo.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria en el cantón Palora realizó un diagnóstico en plantaciones de pitahaya y determinó que las principales enfermedades que estaban limitando la producción de la fruta fueron: sarna ocasionada por el hongo *Alternaria* spp., patógeno causante del bloqueo en el desarrollo de nuevas vainas y el colapso de estas tanto en las areolas como las aristas; también observaron antracnosis (*Colletotrichum* spp.) causando manchas sobre las pencas; a más de estas enfermedades foliares se identificó el patógeno que ocasiona la podredumbre del sistema radicular o marchitamiento de la pitahaya en Palora, causada por hongos del género *Fusarium* spp. (INIAP, 2019). La interacción de estas enfermedades causan pérdidas significativas en el cultivo en un 44 % (Botín et al., 2004). Además, del diagnóstico de enfermedades que afectan al cultivo de pitahaya en el Departamento de Protección vegetal se realizó la colecta de muestras de suelo para el aislamiento de posibles microorganismos con capacidad de biocontrol para los patógenos de mayor agresividad.

Por esta razón, una alternativa sostenible para disminuir el efecto de las enfermedad en el cultivo de pitahaya sería el uso de controladores biológicos que comprende la acción de enemigos entomopatógenos y entomófagos sobre plagas y enfermedades (Van Driesche, Hoddle y Center, 2007; Bahena, 2008). Los hongos del género *Trichoderma* controla diversas enfermedades, a través de varios mecanismos como competencia de espacio, nutrientes, producción de compuestos inhibidores e inactivación de enzimas del agente patógeno (Tovar, 2008).

Para los procesos de selección de los mejores aislados de *Trichoderma* spp. que hagan control biológico al patógeno *Alternaria* sp., será importante equilibrar el crecimiento de *Alternaria*, en vista que este patógeno es de crecimiento lento al crecer sobre medio de cultivo de papa dextrosa agar; lo cual es indicado por (Hernández y Rosón,

2005). Al mismo tiempo garantizar un medio de cultivo que responda a más del crecimiento de micelio también a la formación de conidias del patógeno. Según menciona (Hernández & Rosón, 2005),

Por lo antes expuesto, el presente estudio plantea una opción ecológica para el manejo de la sarna, enfermedad que afecta de manera significativa a pencas y frutos de pitahaya, basándose en el control biológico, al seleccionar aislados de hongos del género *Trichoderma*.

OBJETIVOS

- Evaluar diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento de *Alternaria* sp. en condiciones de laboratorio.
- Evaluar la capacidad antagónica de cepas de *Trichoderma* spp. sobre *Alternaria* sp. en condiciones de laboratorio.

METODOLOGÍA

El estudio (fase 1, 2 y 3) se realizará en la Estación Experimental Central de la Amazonía (INIAP), en el Laboratorio de Protección Vegetal, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 m s.n.m., 0291649 de latitud y 09962311.

Los Factores en estudio se detallan a continuación:

Fase 1: El factor en estudio está conformado por medios de cultivos, se estudiarán cinco medios de cultivo para acelerar el crecimiento de *Alternaria* sp.

Fase 2: Está conformada por aislados de *Trichoderma* spp.

Los tratamientos se detallan a continuación

Fase 1: Se evaluarán cinco medios de cultivos, más un testigo (consistirá en la cepa de *Alternaria* sp. sobre medios PDA), los mismos que se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10: Descripción de tratamientos de estudio fase 1.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Medio de cultivo 1: Agar (20 g/L) + poroto o frijol (30 g/L)
T2	Medio de cultivo 2: Consiste en agar (20 g/L) + extracto de malta (25 g/L) y agua (1000 mL)
T3	Medio de cultivo 3: Papa dextrosa agar (39 g/L) + 50% de extracto de pencas de pitahaya
T4	Medio de cultivo 4: Agar (20 g/L) + harina de maíz (20 g/L) y extracto de malta (20 g/L)

T5	Medio de cultivo 5: Agar Sabouraud (21 g/L) + papa dextrosa agar (39 g/l) y harina de maíz
T6	Testigo: Papa dextrosa agar (PDA) 39g/1000 mL de agua

Fuente: (Echeverría, Gutiérrez y Carmona, 2015)

Fase 2: Se evaluarán 30 aislados de del antagonista *Trichoderma* spp.

En la Fase 1 y 2 se empleará un diseño completamente aleatorizado (DCA), en la cual se emplearán 3 repeticiones por tratamiento.

Los datos se analizarán con el programa estadístico InfoStat versión 2015. Se empleará modelos lineales generales y mixtos (Di Rienzo et al., 2005). Para establecer diferencias estadísticas se empleará la prueba LSD Fisher $\alpha= 0,05$; también se evaluarán los supuestos de los modelos mediante gráficos qq-plot (normalidad) y gráficos de los residuos en función de los predichos para la homogeneidad de varianza (Di Rienzo et al., 2005).

Las variables a medir en la Fase 1: Evaluar diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento de *Alternaria* sp. en condiciones de laboratorio, serán.

Número de conidios: mediante la técnica de observación directa (impronta), se observará y medirá el número de estructuras de reproducción asexual (conidios) presente en el centro del radio de la circunferencia de cada medio de cultivo. Las observaciones se realizarán a los 4, 6, 8 y 10 días haciendo uso del microscopio (Motic BA310) en 40 y 100 X, mediante montaje del material fúngico en azul de lactofenol y glicerol al 10 %.

En la fase 2: Evaluar la capacidad antagónica de cepas de *Trichoderma* spp. sobre *Alternaria* sp. en condiciones de laboratorio serán.

Potencial inhibitorio: Se evaluará el potencial inhibitorio micelial, donde se calcularán los valores para el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PICM) según la fórmula de (Suárez & Cabrales, 2008):

$$PICM = \frac{(Mb - Ma)}{Mb} * 100 Mb$$

Donde:

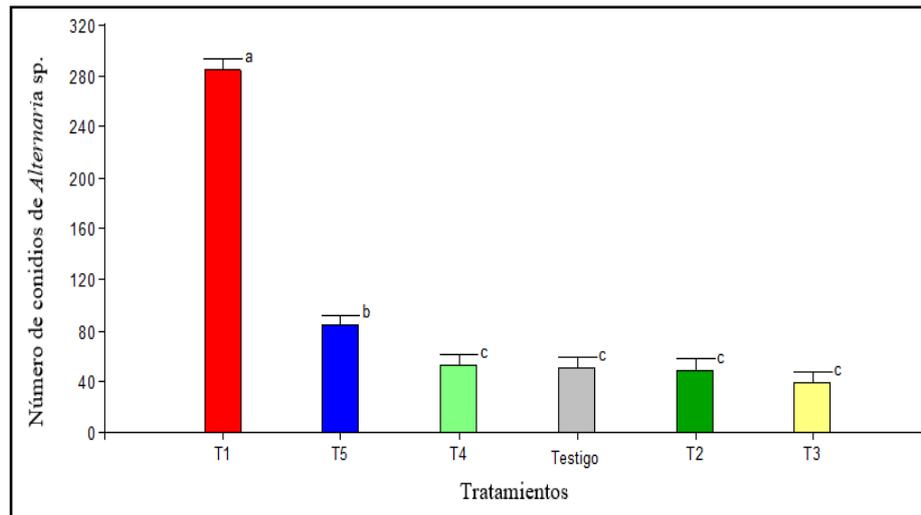
Ma: Micelio del fitopatógeno inhibido

Mb: Micelio del fitopatógeno con crecimiento libre (testigo)

RESULTADOS

El análisis de la variable número de conidios, obtuvo diferencias significativas ($P<0,0001$) entre los tratamientos estudiados, En la Figura 10, se observó que el Tratamiento uno obtuvo el mayor número de conidios (284), seguido del Tratamiento

cinco (84 conidios) diferentes estadísticamente entre sí y diferentes a los demás tratamientos, el menor valor lo obtuvo el Tratamiento tres con 39 conidios.



Realizado por: Jiménez, J. 2021.

Figura 10. Número de conidios de *Alternaria* sp. en los diferentes medios de cultivo

En la variable porcentaje de inhibición se observó diferencias significativas ($P < 0,0001$) en el efecto inhibitorio de los aislados de *Trichoderma* spp. sobre *Alternaria* sp.

En la Tabla 11, se pudo evidenciar que los T26, T21 y T14 presentan el mayor porcentaje de de inhibición sobre *Alternaria* sp. con 32,51, 30,25 y 29,94% respectivamente; mientras que el T30, T25 y T20 inhibieron el crecimiento en un 28% del patógeno en estudio y con el más bajo efecto inhibitorio del 11,4 y 10,8% los aislados correspondiente al T8 y T4.

Tabla 11. Efecto de los aislados de *Trichoderma* spp. sobre *Alternaria* sp. en condiciones controladas

TRATAMIENTOS	INHIBICIÓN
T26	32,51 a
T21	30,25 a b
T14	29,94 a b c
T30	28,94 b c
T25	28,45 b c
T20	28,15 b c D
T16	25,14 c D e
T13	24,56 D e
T29	24,25 D e

T19	23,26	D e f
T3	22,7	d e f g
T12	22,44	e f g
T10	21,07	e f g h
T1	20,57	f g h
T11	20,19	f g h
T24	19,96	f g h
T22	19,66	f g h
T15	19,43	g h
T5	19,28	g h
T9	18,32	g h
T18	18,07	g h i
T6	17,05	h i
T2	16,86	h i
T7	16,77	h i
T17	16,35	h i
T23	16,07	h i
T28	15,99	h i
T27	12,04	i j
T8	11,41	j
T4	10,87	j

Elaborado por: Jiménez, J. 2021.

Bibliografía

BAHENA, F., 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas del Maíz y Otros Cultivos. *Inifap*, vol. 5, pp. 184.

BARNETT, H.L.. y HUNTER, B.B., 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. *Amer Phytopathological Society, Ed.*

BOTÍN, V., JULIÁN, A., ISLAS, S., SERGIO, J., SORIANO, C. y SÁNCHEZ, R., 2004. A New Stem Spot Disease of Pitahaya [*Hylocereus undatus*(Haw.) Britton and Rose] caused by Fusicoccum-like anamorphof *Botryosphaeria dothidea* (Moug.:Fr.) Ces. and De Not.in Mexico. , vol. 22, no. 1, pp. 140-142. ISSN 0185-3309.

CAETANO, C., OTÁLVARO, L. y MUÑOZ, J., 2010. Identificación de recursos genéticos y fitoquímicos de Pitahaya en Colombia. *Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural*, no. 3, pp. 102-103.

CAÑAR, D., CAETANO, C. y BONILLA, M., 2014. Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla [*Selenicereus megalanthus* (K. Shum. DEx Vaupel) Moran] cultivada en Colombia. *Agronomía*, vol. 22, no. 1, pp. 77-87.

DI RIENZO, CASANOVES, F., GONZÁLEZ, L., TABLADA, E., DÍAZ, M., ROBLEDO, C. y BALZARINI, M., 2005. Estadística para las ciencias agropecuarias. , vol. Sexto edic, pp. 372. ISSN 1098-6596.

ECHEVERRÍA, A.D.L., GUTIÉRREZ, S.A. y CARMONA, M.A., 2015. Evaluación de medios de cultivos en el crecimiento de *Alternaria padwickii* Evaluation of culture media in the growth of *Alternaria padwickii*. ,

HERNÁNDEZ, A. y ROSÓN, C., 2005. Evaluación preliminar del crecimiento y la esporulación de *Aschersonia Aleyrodis* Webber en medios de cultivo convencionales. . S.I.:

INIAP, I.N. de I.A., 2019. Informe Anual del Departamento de Protección Vegetal. ,

MAG, M. de A. y G., 2018. En Palora, Morona Santiago, se realiza el primer censo de pitahaya. ,

SUÁREZ, L. y CABRALES, C., 2008. Identificación de especies de cepas nativas de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp. y evaluación de su potencial antagonista in vitro frente al hongo fitopatógeno nativo *Moniliophthora roreri* en el departamento de Norte de Santander. , no. 1.

TOVAR, J., 2008. Evaluación de la capacidad antagonista «in vivo» de aislamiento de *Trichoderma* spp frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. *Pontificia Universidad Javeriana*,

VAN DRIESCHE, R., HODDLE, M. y CENTER, T., 2007. Control de Plagas y

Malezas por Enemigos Naturales. , pp. 495-516.

VARGAS, Y., ALCÍVAR, W., NICOLALDE, J., TINOCO, L., VIERA, W. y DÍAZ, A., 2018. Efecto de Diferentes Sistemas Agroforestales con Pitahaya (*Hylocereus megalanthus* Haw.) sobre la Abundancia y Biomasa de Lombrices y Rendimiento del Cultivo, en el cantón Palora. ,

WILCOX LJ, BALDERES DA, WHARTON B, TINKELENBERG AH, RAO G y STURLEY SL, 2002. Transcriptional profiling identifies two members of the ATP-binding cassette transporter superfamily required for sterol uptake in yeast.

11.8. Actividad 8. IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE PRINCIPALES PATÓGENOS QUE AFECTAN A LA PARTE FOLIAR DEL CULTIVO MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS

ANTECEDENTES

El maíz es un cereal de gran importancia alimentaria y económica, es uno de los cultivos más importantes y extendidos en todo el mundo y constituye como fuente principal para la alimentación de millones de personas a nivel mundial (Sánchez y Pérez, 2014). En el país el maíz constituye la principal materia prima para la elaboración de balanceados por lo que se considera uno de los cultivos más importantes a nivel económico, (Toapanta Guamán, 2019).

En estudios realizados por investigadores, han evidenciado la presencia y daño sobre el cultivo del maíz, un gran número de fitopatógenos asociados, se mencionan a *Helminthosporium* spp., *Stenocarpella* spp., *Puccinia* spp. *Cercospora* spp. y *Septoria* spp; también se destaca la presencia del complejo de mancha de asfalto ocasionado por *Phyllachora* spp. y otros patógenos (Román *et al.*, 2018). Los ataques severos de enfermedades foliares, producen una reducción del índice de área foliar verde lo que ocasiona la disminución de fotoasimilación, esta insuficiencia hace que la planta removilice las reservas existentes en el tallo para el llenado de los granos, este proceso debilita los tallos y conduce al quebrado, vuelco y mayor ocurrencia de enfermedades de tallo y raíces (Formento, 2010).

En el último ciclo de maíz sembrado a finales del 2020 se presentó en la Joya de los Sachas daños significativos en el cultivo, lo que se evidencio en una quemazón generalizada con una alta severidad en la parte foliar, esta anomalía condujo que las plantas tengan un pobre llenado de mazorca, lo cual afectó drásticamente a los rendimientos, por lo que investigadores del programa de protección vegetal del INIAP Central de la Amazonia colectaron muestras de hojas afectadas y mediante el método de cámara húmeda de tejidos enfermos y mediante observación microscópica identificaron la presencia de patógenos como complejo mancha de asfalto (*Phyllachora* spp.), y tizón (*Exserohilum* spp.).¹

Objetivos

- Aislar posibles microorganismos patógenos presentes en el área foliar en el cultivo maíz (*Zea mays*).

¹ Pico, J. Comunicación personal, 2021.

- Identificar morfológicamente posibles agentes causantes de enfermedades presentes en el cultivo maíz (*Zea mays*) en el cantón Joya de los Sachas.

Metodología

Se tomará muestras de tejido de 20 sitios de La Joya de los Sachas, las muestras consistirán en la colecta de hojas que presenten síntomas de necrosis, clorosis, anillos cloróticos y manchas foliares, las muestras se depositarán en bolsas de polietileno estériles y serán llevadas cuidadosamente para facilitar su procesamiento en el laboratorio. Los sitios muestreados serán georreferenciados con Geoposicionador Satelital (Garmin), con los siguientes datos: número de muestreo, código de muestra, fecha de colecta, y localización geográfica.

En la fase 1, se realizarán aislamientos de posibles agentes patogénicos mediante métodos establecidos por el Laboratorio de Protección Vegetal de la EECA.

En la fase 2, los microorganismos aislados serán identificados bajo claves taxonómicas según Barnett & Hunter, (1998).

La investigación se realizará en el laboratorio e invernadero de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 msnm, con coordenadas 291016 E y 9960310 N. Los factores en estudio, para la fase 1 y 2 no aplica, para la tercera fase, el factor en estudio está conformado por los microorganismos aislados (posibles patógenos)

Para obtener los aislados se empleó cámara húmeda y se incubará a temperatura ambiente (\pm) 28°C., para esto se cortarán piezas de aproximadamente 0.5 cm² de cada hoja (parte sintomática) se desinfectará por un 1 min en una solución de hipoclorito de sodio al 3 %, para retirar el exceso de cloro se realizará tres lavados en agua destilada estéril y se secará en papel absorbente esterilizado, se sembrarán cinco piezas de tejido foliar en platos Petri. b) Empleando fundas de polietileno se montarán cámaras húmedas con tejido enfermo. Pasado tres días, la esporulación que ha crecido sobre el tejido se transferirá a medio de cultivo Bacto® Agar (Difco®) (Sinclair & Dhingra, 2017). para la obtención de cultivos puros, en ambos métodos se realizará la técnica punta de hifa, las que luego se cultivarán en medio agar papa dextrosa (PDA) (Difco) con estreptomycin, y se incubará (\pm) 28°C por 10 días, (Castaño, 1994; Leslie & Summerell, 2008).

Se realizó la identificación se basará en la morfología de la colonia y estructuras de reproducción asexual (conidios y conidióforos), las que se observarán al microscopio (Motic BA310) en 40 y 100 X, mediante montaje del material fúngico en azul de lactofenol y glicerol al 10 %, y se registró la forma y tamaño de los aislados

obtenidos. La identificación del género se realizará mediante las claves de Barnett & Hunter, (1998).

Resultados

De las 20 fincas maiceras muestreadas con una superficie menor a 2 ha, se obtuvieron un total de 97 muestras. De estas muestras se logró aislar 6 géneros hongos entre patógenos, saprofitos y descomponedores de materia. A continuación, se describe el género y porcentaje de presencia de cada uno de los aislados. *Exserohilum* 37.1 %, *Colletotrichum* 27.8 %, *Nigrospora* 8.2 %, *Oidiodendron* 2.1 %, sin identificación 5.2 %, *Fusarium* 4.1 %, *Curvularia* 15.5 %.

Se encontró síntomas del complejo mancha de asfalto que es producida por el ataque de tres hongos que interactúan, los patógenos responsables son los siguientes: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, estos son patógenos obligados, no se los puede aislar en medios sintéticos.

Bibliografía

Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Número Ed. 4). American Phytopathological Society (APS Press).

Castaño, J. (1994). *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Formento, A. N. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zeae*). *INTA, Argentina*.

CIAT-IRRI. Sistema de evaluación estándar para arroz. Programa de pruebas Internacionales. Cali. Colombia. 1983, p. 26.

Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2008). *The Fusarium laboratory manual*. John Wiley & Sons.

Román, A., Monar, C., Silva, D., Rodríguez, E., 2018. FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES FOLIARES DE MAÍZ EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR. *Revista de Investigación Talentos* 2018, 544-553.

Sánchez Ortega, I., & Pérez-Urria Carril, E. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *REDUCA Biología*, 7(2), 151-171.

Sinclair, J. B., & Dhingra, O. D. (2017). *Basic plant pathology methods*. CRC press.

Suárez, C. W., Pico, J. T., & Delgado, A. G. (2018). *1er Congreso internacional: Determinación de Enfermedades Fúngicas de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Orellana*.

Toapanta Guamán, J. P. (2019). *Estimación del rendimiento por hectárea de maíz duro seco en el Ecuador mediante redes neuronales artificiales*.

Brindar servicios de análisis de plagas en laboratorio

En el transcurso del periodo de enero a diciembre se han ingresado 157 muestras que corresponden tanto a servicios para clientes internos como externos (Tabla 12)

Tabla 12. Análisis micológicos de laboratorio a clientes internos y externos

Mes	Numero de análisis	Especie vegetal	Lugar	Parte afectada	Organismo observado
Enero	1	Malanga	Joya de los Sachas, Tres de	Raíz	<i>Fusarium</i> sp. <i>Phytium</i> sp *
	2	Sustrato	Joya de los Sachas, La independencia	Suelo	<i>Aspergillus</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp. *
Febrero	22	Café	EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp.
Marzo	8		EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Pestalotia</i> sp.
Junio	1	Biol	Palora – Morona Santiago	N/A	<i>Levaduras</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp <i>Amblyosporium</i> sp. *
Julio	20	Pitahaya	Palora	Raíz/suelo	<i>Cepas de Fusarium</i> sp. (20)
Agosto	30	Café	EECA, ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp.
	20	Pitahaya	Palora	Raíz/suelo	<i>Cepas de Fusarium</i> sp. (20)
Septiembre	2	Ñames	San Sebastián del Coca	Rizona y raíz	<i>Fusarium</i> sp*
	1	Malanga	Tres de Noviembre Sacha	suelo	<i>Trichoderma</i> sp. * <i>Nigrospora</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.
	20	Café	EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp.
	10	Pitahaya	Palora	Raíz/suelo	<i>Cepas de Fusarium</i> sp. (20)

	10	Arroz	EECA	Tejido, hojas	<i>Bipolaris</i> sp.
Octubre	0				
Noviembre	10	Café	EECA, ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp. <i>Beauveria</i> sp.
Diciembre	0				

Nota: todos los análisis sin asterisco (*) corresponden a investigación que realiza en departamento de Protección Vegetal y otros Programas. Análisis con asterisco (*) corresponden a servicios externos

OTRAS ACTIVIDADES

- Se ha realizado acompañamiento al Núcleo de Transferencia de la EECA para el manejo de broca mediante el control biológico con *Beauveria* sp. de 4 parcelas de café en la parroquia Huaticocha, Orellana y cuatro parcelas en Sucumbíos.
- Se evalúa plantas de cacao en ensayo de fertirrigación para medir la severidad de monilia en proyecto PATFA que se ejecuta con ESPOCHO.
- Se brinda apoyo al DENAREF y Núcleo de Transferencia de la EECA en la evaluación sanitaria y características morfológicas de materiales elites y parcelas de policlon con materiales adaptados a las zonas.
- Se acompaña al Núcleo de Transferencia de la EECA en la ejecución de actividades de multiplicación de tres aislados del antagonista *Trichoderma* y el entomopatógeno *Beauveria* sp. para aplicar en parcelas de plátano en protocolo titulado “Mitigación de problemas fitosanitarios en musáceas con tecnologías integradas de manejo amigables con el ambiente” en Orellana y Sucumbíos.